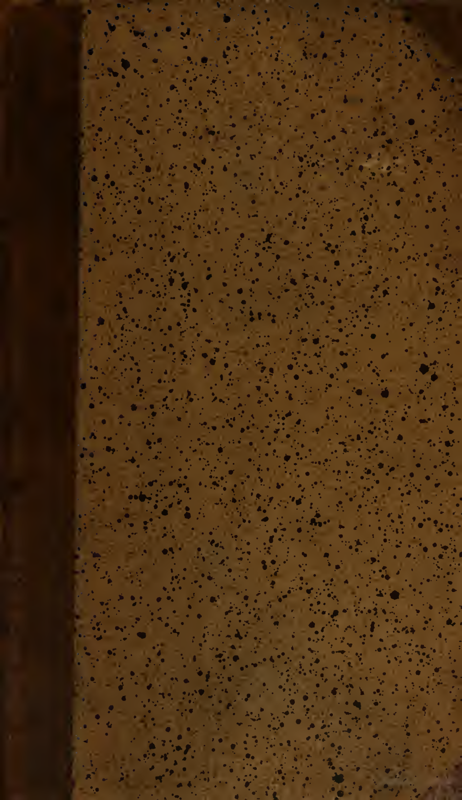
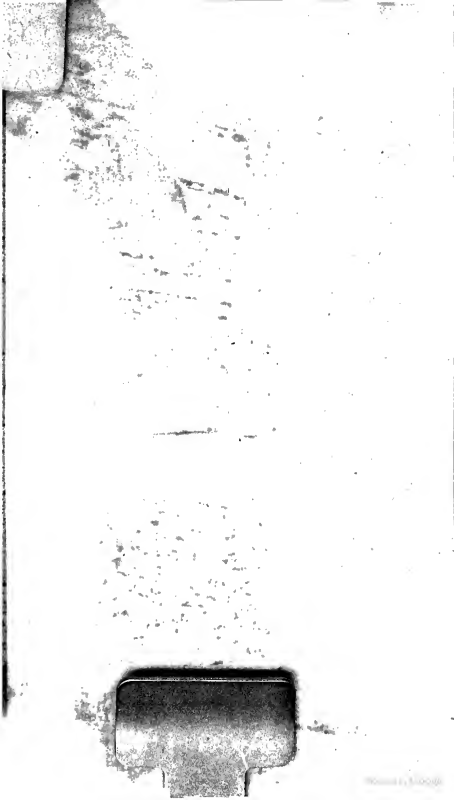


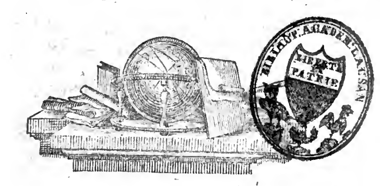




Johann Elert Bode
Astronom der Königl. Preuß. Academie der Wissenschaften und Mitglied der Gesellschaft Naturforschender Freunde in Berlin.

Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde und den dazu gehörigen Wissenschaften.

Erster Theil.



Mit 10 Kupfertafeln.

Berlin, 1778.
Bey Christian Friedrich Himburg.





Vorrede.

Die nächste Veranlassung zur Ausgabe des gegenwärtigen Buchs sind astronomische Privatvorlesungen, die ich seit drey Jahren hieselbst in dem Winter halben Jahre für Liebhaber der Sternkunde gehalten habe. In den beyden ersten Jahren legte ich bey denselben des Herrn Schmids mit verdientem Beyfall aufgenommene Schrift von den Weltkörpern zum Grunde, und ließ inzwischen meine darüber geschriebene Anmerkungen und Zusätze, die unterdessen am Ende an Bogenzahl jener Schrift merklich übertrafen, heftweise unter meine Herren Zuhörer circuliren. Die sich hiebey vorfindenden Unbequemlichkeiten aber brachten mich vornemlich im vorigen Jahr zu den Entschluß, meine Vorlesungen dem Druck zu übergeben, um auch bey künftigen Vor-

trägen einen meinem Endzweck besonders angemessenen Leitfaden zu haben. Anfangs ging mein Plan nicht weiter, als die astronomischen Wissenschaften aus meinen bereits geschriebenen Aufsätzen, mit Hinzufügung der in denselben fehlenden Lehren, ins Kurze gezogen, herauszugeben; allein in Rücksicht, daß auch außer meinen Herren Zuhörern andere hiesige und auswärtige Liebhaber diese Arbeit besser nutzen möchten, und daß überhaupt noch ein Buch in Deutschland zu fehlen scheint, worin die astronomischen Wissenschaften im Zusammenhange gemeinnützig vorgetragen werden, änderte ich bald meinen Entwurf, und suchte meinem Buche, durch Herbeyziehung aller mir wichtig vorkommenden Materien, eine größere Vollständigkeit und Brauchbarkeit zu geben.

Daß mein Versuch, die Ausbreitung astronomischer Kenntnisse nach meinem Vermögen zu befördern, nicht ganz überflüßig sey, davon bin ich schon zum öftern durch die Erfahrung belehrt worden. Unter allen

mensch-

menschlichen Wissenschaften behauptet, ohne alle Widerrede, die Sternkunde den ersten Rang, denn ihre Lehren sind die erhabensten und ihre Gegenstände die größten in der Natur; demohnerachtet ist dieselbe auch in unserm sonst wißbegierigen Jahrhundert noch nicht so allgemein bekannt, als sie wol ihrer Vortreflichkeit, und des mit ihrem Studio vergesellschafteten unerschöpflichen Vergnügens wegen, verdiente. Wie diese edle Wissenschaft unter andern zu einer der menschlichen Gesellschaft unentbehrlichen Erd- und Zeitkunde dient; wie weit es der Astronom in der hiezu nöthigen genauesten Bestimmung des Laufes jener entlegenen Himmelskörper gebracht hat; wie er die Gesetze ihrer Bewegung erfunden, und darnach ihre Erscheinungen lange im voraus berechnet; wie er ihre Größe, Entfernung und Beschaffenheit erforscht, und in den unbegränzten Gefilden des Weltraums die wichtigsten Entdeckungen gemacht hat. Dies einsehen zu lernen, ist sicherlich die darauf verwendete Mühe des Nachdenkens werth.

Und dann wird noch das Studium der Sternkunde dadurch sehr veredelt, daß der menschliche Geist in der Anordnung und Schönheit des großen Weltgebäudes, auf eine ganz überzeugende Art, die unläugbarsten Beweise vom Daseyn eines allmächtigen und alles regierenden Schöpfers desselben findet; dies ist zugleich ein Vorrecht der Sternwissenschaft, wodurch dieselbe zur Würde der Religion erhoben wird.

Ich habe mich zu dem Ende bey der Ausarbeitung dieses Buchs bestens angelegen seyn lassen, meinen astronomischen Freunden nützlich zu werden. Der dieser Vorrede folgende, nach den Abschnitten und Paragraphen eingerichtete, Inhalt zeigt hinlänglich die Ordnung und die Wahl der abgehandelten Materien, und überhebt mich hier einer weitläuftigen Beschreibung desselben. Ueberhaupt liefert das Buch in vierzehn Abschnitte, durch welche die Paragraphen, zu mehrerer Bequemlichkeit des Nachschlagens, ununterbrochen fortgehen, die astronomischen Wissenschaften kürzlich abgehan-

gehandelt. Ich rechne hier zu denselben: die Geometrie, imgleichen die ebene und sphärische Trigonometrie, als Vorbereitungswissenschaften. Ferner: die sphärische, theorische und physische Sternkunde selbst; die mathematische Erdbeschreibung; die Schiffahrt; die Gnomonik und die mathematische Chronologie. Ich wollte auch von der Einrichtung und den Gebrauch der astronomischen Instrumente reden; allein da diese Materie eigentlich nur den practischen Astronomen vorzüglich wichtig ist, auch bey aller Einschränkung noch einen starken Abschnitt und verschiedene Kupfertafeln erfordert hätte, so ließ ich selbiges für diesmal anstehen.

Uebrigens wird der Unterschied, in Ansehung des Plans und der Ausführung, zwischen diesem Lehrbuche der astronomischen Wissenschaften, und meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, (wovon gleichfalls diese Messe die vierte Auflage die Presse verläßt) sehr leicht zu erkennen seyn.

Vorrede.

Für Leser, die ich mir vorsetze, war es besonders nothwendig, allemal vom leichtern zum schwerern fortzuschreiten, und die faßlichsten Ausdrücke zu wählen. Ich konnte aber manche Wahrheiten nur historisch vortragen, und mußte ihre nähern Beweise der mündlichen Anweisung vorbehalten, bey andern suchte ich blos eine Ueberzeugung ihrer Möglichkeit zu verschaffen, und den Nutzen ihrer Anwendung zu zeigen, weswegen nicht durchaus die strengste mathematische Lehrart statt findet. In wie weit ich meinem Vortrage die nöthige Richtung gegeben, um Hoffnung haben zu können, meine Absichten zu erreichen, dies überlasse ich blos der gütigen Beurtheilung unpartheyischer und billig denkender Kenner, denen auch zugleich die Schwierigkeiten, welche sich bey Verfertigung eines astronomischen Lehrbuches von dieser Art vorfinden, nicht unbewußt sind. Nothwendig mußte ich hiebey verschiedene Werke anderer berühmter Astronomen und Mathematiker nutzen, ich habe aber manches,

so

so wie ich glaubte, daß es meinem Endzweck gemässer wäre, verändert vorgetragen.

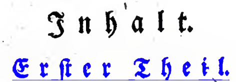
Ich gedenke dieses Buch bey meinen künftigen mündlichen Vorträgen zum Grunde zu legen. Da selbiges aber wegen den darin vorkommenden mannigfaltigen Materien ziemlich angewachsen ist, so werde ich in den Stunden meiner halbjährigen Vorlesungen das Historische der astronomischen Wissenschaften nur kürzlich berühren, und meinen Herren Zuhörern zum eigenen Nachlesen empfehlen; die eigentlichen Lehrsätze derselben aber mit Zuziehung der beygefügten Kupfer vollständiger erläutern, noch manches nicht gesagte hinzufügen, und insbesondere bey Vorzeigung verschiedener Arten von Himmelscharten; Planisphären, Sternkegel, künstlichen Sphären, Globen, Zeichnungen, Modelle vom copernicanischen System und dessen einzelen Theilen rc. alles so viel als möglich, durch sinnliche Vorstellungen begreiflicher zu machen suchen. Die practische Anweisung zur Kenntniß des Himmelslaufes und der Gestirne, imgleichen des-

 jenigen,

jenigen, was sich am Himmel durch Fernröhre Merkwürdiges zeigt, werde ich in heitern Abendstunden vornehmen.

In der Erwartung, daß es vielleicht einigen beym Gebrauch dieses Buchs bequem seyn möchte, habe ich dasselbige in zwey Theile eingetheilt, nach welchen es auch in zween gleich starken Bänden eingebunden werden kann. Die erstern acht Abschnitte und 10 Kupfertafeln gehören zum ersten, und die sechs letztern Abschnitte und 8 Kupfer zum zweyten Bande. Ich wünsche, zur Belohnung meiner Bemühung nichts so sehr, als daß auch dieses Buch den Freunden der Weltbeschreibung, die bisher meine Arbeiten mit unverdienten Beyfall beehrt, willkommen seyn, und ihren Erwartungen ein Genüge leisten möge. Berlin, den 4ten May 1778.

Inhalt.



Inhalt.

Erster Theil.

Erster Abschnitt.

Grundsätze aus der Geometrie und beyden Trigonometrien von Seite 1 bis 21.

Zweyter Abschnitt.

Erscheinung des Weltgebäudes und künstliche Eintheilung der Himmelskugel von Seite 21 bis 55.

§. 71.

Dritter Abschnitt.

Vom Ursprung der Sternbilder, ihre Beschreibung, Hülfsmittel sie kennen zu lernen, Gebrauch der Himmelskugeln 2c. von Seite 56 bis 82.

Vierter

Inhalt.

Vierter Abschnitt.

Von der Sternen- und Sonnenzeit, Aufgaben aus der sphärischen Astronomie, Vorrückung der Tag- und Nachtgleichen, Refraction und Parallaxe von Seite 83 bis 115.

Fünfter Abschnitt.

Von der Figur und Größe der Erde, Abtheilungen ihrer Oberfläche ꝛc. Lage und Bewegung im Weltraum von Seite 116 bis 153.

Sechster Abschnitt.

Vom Luftkreise, Erscheinungen desselben und optischen Betrügen beym Anblick des Himmels von Seite 154 bis 186.

Siebender Abschnitt.

Von der Einrichtung des Sonnensystems und Erklärung der Erscheinungen desselben rc. von Seite 186 bis 233.

Achter Abschnitt.

Ueber die Beschaffenheit, Entfernung, Größe rc. der Sonne, Planeten und ihrer Monden von Seite 234 bis 321.

Inhalt.



Für

Für unmathematische Leser möchte wol folgende Erklärung verschiedener Zeichen und Abkürzungen nicht undienlich seyn.

$+$	das Zeichen der	Addition	z. B. $8 + 4 = 12$
$-$	= = =	Subtraction	= $8 - 4 = 4$
$\times$	= = =	Multiplication	= $8 \times 4 = 32$
$:$	= = =	Division	= $8 : 4 = 2$

$=$ = = = Gleichheit, um wie vorher dadurch den Werth der Summe, des Unterschiedes, Products und Quotienten zweyer Zahlen zu bezeichnen, oder auch in einer wirklichen Gleichung als $6 \times 3 = 2 \times 9$ daß das Product von 6 durch 3 gleich sey dem Product von 2 durch 9.

Die Division wird auch öfters also bemerkt. $\frac{12}{4} = 3$ heißt 12 durch 4 dividirt giebt 3.

$8 : 12 = 18 : 27$ ist also zu verstehen: wie sich 8 zu 12 verhält, so verhält sich 18 zu 27, oder $\frac{8}{12} = \frac{18}{27}$ oder $\frac{18 \times 12}{8} = 27$.

6^2 bedeutet, daß die Zahl 6 mit sich selbst multiplicirt werden soll, oder daß das Quadrat derselben

selben zu nehmen ist, demnach ist $6^2 = 6 \times 6 = 36$.

4^3 bedeutet, daß 4 zweymal mit sich selbst zu multipliciren, oder der Cubus (Würfel) dieser Zahl zu nehmen ist, demnach ist $4^3 = 4 \times 4 \times 4 = 64$.

Was hier vom Gebrauch der Zeichen bey Zahlen angezeigt ist, gilt auch von einzeln oder mehrern zusammengehörigen Buchstaben, die gewisse Größen, Linien und Winkel bezeichnen.

Sehr oft kommen auch zu mehrerer Bequemlichkeit bey ganzen Zahlen, statt der gewöhnlichen Brüche Decimal- oder zehntheilige Brüche vor, deren Bezeichnung folgende ist: z. B.

4,1000	oder 4,1	heißt 4 ganze u.		$\frac{1000}{10000}$	oder	$\frac{1}{10}$
6,3200	6,32		6	$\frac{3200}{10000}$		$\frac{32}{100}$
9,0460	9,046		9	$\frac{460}{10000}$		$\frac{46}{1000}$
12,3821	12,3821		12	$\frac{3821}{10000}$		$\frac{3821}{10000}$

Erster Abschnitt.



Erster Abschnitt.

Grundsätze aus der Geometrie und beyden Trigonometrien.

Einige geometrische Wahrheiten.

§. 1.

In einem Circul fig. 1. heißt C der Mittelpunct; DAEGD der Umkreis *(Peripherie)*; eine Linie wie CD, CA der Halbmesser *(Radius)*; ED der Durchmesser *(Diameter)*; DA, DB ist ein Bogen; FH eine Sehne *(Chorde)*; endlich ist FGH ein Abschnitt *(Segment)* und BCA ein Ausschnitt *(Sector)* von der Circulfläche.

§. 2. Der Umkreis eines jeden Circuls, er mag noch so groß oder noch so klein seyn, wird willkührlich in 360 Theile oder Grade eingetheilt, welche Zahl sich durch viele andre ohne Bruch theilen läßt. Ein Grad hat 60 Minuten und eine Minute 60 Secunden, welche mit ° ′ ″ bezeichnet werden, so daß 32 Grad 16 Min, 20 Sec. geschrieben wird $32^0\ 16'\ 20''$. Die Grade werden in fig. 1. von D nach ABE herum gezählt.

§. 3. Ein Winkel ist die Neigung zweyer Linien gegen einander in dem Punct, wo beyde zusammen

kommen, wie in fig. 2. AC und BC in C, C heißt der Scheitel und AC, BC die Schenkel des Winkels. Er wird entweder durch drey Buchstaben, wovon der mittelste seinen Ort anzeigt, wie hier ACB, oder durch einen einzelnen Buchstab an seiner Spitze, oder in seiner Neigung, wie hier C oder n bemerkt. Sein Maaß ist ein Circulbogen or, der zwischen den Schenkeln als zween Halbmessern von C aus beschrieben worden. Die Entfernung dieses Bogens von C ist gleichgültig, weil zwar die Größe aber nicht die Anzahl der Grade in denselben mit dem weitern Abstande zunimmt. In fig. 3. schneiden die Linien CA und CS von den Umkreisen aller Circul gleich viele Grade ab, und diese zeigen das unveränderliche Maaß des Winkels o.

§. 4. Die Winkel erhalten nach der Neigung ihrer Schenkel dreyerley Benennungen. Steht der eine auf den andern senkrecht, wie in fig. 1. BC auf CD, oder in fig. 3. BC auf CS, so ist BCD und BCS ein rechter Winkel; er schließt den 4ten Theil vom Umkreise des Circuls ein und ist daher 90° groß. Ist die Neigung der Schenkel kleiner als 90°, so heißt der Winkel ein spitziger, und ist sie größer, ein stumpfer. In fig. 2 und 3. sind n und o spitzige und in fig. 3. ist DCS ein stumpfer Winkel.

§. 5. Nach den Winkeln werden auch die Dreyecke oder Triangel von einander unterschieden, denn es giebt: Rechtwinklichte, fig. 4. worin ein rechter Winkel r; Spitzwinklichte fig. 5. worin

ein

ein jeder Winkel kleiner als 90° ist, und Stumpfwinklichte, fig. 6. worin ein stumpfer Winkel d vorkommt. Die beyden letztern werden auch schiefwinklichte Dreyecke genannt.

§. 6. Die Dreyecke sind ferner nach ihren Seiten, entweder, als ungleichseitig, fig. 4. 5. 6. oder gleichseitig, fig. 7. oder gleichschenklicht, worin nur zwey Seiten einander gleich sind, fig. 8. zu betrachten. Auch stehen allemal den größern Seiten die größern Winkel gegen über.

§. 7. Die Beschaffenheit der Winkel in einem Dreyeck giebt nur ein bestimmtes Kennzeichen ihrer Figur aber nicht ihrer Größe ab. Denn ungleich größere oder kleinere Seiten können in zweyen Dreyecken gleichen Winkeln zugehören. Um demnach ein gegebenes Dreyeck verzeichnen zu können, müssen nicht allein die Winkel, sondern wenigstens die Größe einer Seite bekannt seyn. Aus drey gegebenen Seiten; oder zween Winkeln, die zusammen kleiner als 180° sind, mit der Seite, welche zwischen beyden liegt; oder zween Seiten mit dem eingeschlossenen Winkel, wird nur ein einiges Dreyeck bestimmt. Wenn daher diese Stücke in zween Dreyecken mit einander übereinkommen, so sind die ganzen Dreyecke gleich und ähnlich, welches sich durch fig. 9. 10. 11. erklären läßt, wobey die gegebenen Seiten nach der Abtheilung eines gewissen Maaßstabes und die Winkel durch kleine Bögen, innerhalb welchen ihre Größe steht, bemerkt sind.

§. 8. Wenn, wie in fig. 12. eine gerade Linie ac auf eine andere AB in einem Punct C gefällt

 wird,

wird, so heißen die Winkel m und n **Nebenwinkel**, deren Summe 180° austrägt, weil sie einen halben Circul einschließen, der sich von C aus über AaB beschreiben läßt. Ist daher m bekannt, so weiß man auch n, welcher 180°—m ist. **Verticalwinkel** entstehen, wenn die Schenkel eines Winkels im Scheitel beyderseits verlängert einander durchkreuzen, als in fig. 13. o, n und p, r. Diese Winkel sind einander gleich, nemlich es ist o=n und r=p.

§. 9. **Parallellinien** sind, welche wie in fig. 14. AB und CD keine Neigung gegen einander haben, sondern auch ohne Ende verlängert, beständig gleich weit von einander entfernt bleiben. Ihr Abstand mißt die auf beyden senkrecht stehende Linie or. Werden Parallellinien von einer andern Linie ab schief durchschnitten, so sind die Wechselswinkel x und y, m und n einander gleich; m+y tragen so wie x+n 180° aus.

§. 10. Alle Winkel eines ebenen Dreyecks fig. 15. onm machen zusammen 180°, und daher kann nicht mehr als ein rechter oder ein stumpfer Winkel in einem dieser Dreyecke vorkommen, die übrigen müssen spitzig seyn. Ist folglich in einem ungleichseitigen Dreyeck nur ein Winkel gegeben, so ist zugleich die Summe der übrigen; oder sind zwey Winkel gegeben, der dritte bekannt, denn o+m=180°—n und m=180°—n—o.

§. 11. Der äußere Winkel an einem Dreyeck ist allemal der Summe der beyden innern ihm entgegen-

gegenstehenden gleich, als in fig. 15. ist $x = o + m$; $y = n + o$; $z = n + m$.

§. 12. Der Winkel am Mittelpunct eines Circuls ist noch einmal so groß, als der Winkel am Umkreise, dessen Schenkel mit ihm einen gleich großen Bogen vom Umkreise einschließen. In fig. 16. ist $x = 2y$, denn es hat x oder BCA den ganzen; y oder BDA aber nur den halben Bogen AB zu seinem Maaße.

§. 13. Außer den Dreyecken sind die Vierecke zu merken. Sie heißen Quadrate, wenn alle Winkel und Seiten gleich, mithin 4 rechte Winkel vorkommen, fig. 17. Rectanguli, von 4 rechten Winkeln, deren gegen über stehende Seiten aber nur einander gleich sind, fig. 18; Rauten, wenn vier gleiche Seiten unter schiefen oder spitzigen Winkeln, wovon die gegen über stehenden gleich sind, fig. 19. und länglichte Rauten, wenn nur zwo gegen über stehende Seiten unter eben so liegenden Winkeln vorkommen, fig. 20. Diese regelmäßigen Vierecke ABCD heißen überhaupt: Parallelogramme, weil darinn allemal zwey Seiten mit einander parallel liegen. Eine Linie wie AD heißt bey allen, die Diagonallinie, wodurch selbige in zwey gleiche Theile oder zween gleich großen Dreyecken getheilt werden.

§. 14. Der Flächen Innhalt eines Quadrats wird gefunden, wenn man die Abtheilung einer Seite desselben mit sich selbst multiplicirt und dabey die Fläche selbst als die Einheit betrachtet, wie fig. 21. zeigt. Der Flächen- oder Quadratinnhalt eines

Rectanguli ist eben so, das Product der Grundlinie in die Höhe, und wird demnach wie fig. 22. aus DC $\times$ DB gefunden. Steht das Parallelogramm schief, wie in fig. 20. so gilt dieselbe Regel, wenn AE als die Höhe gerechnet wird.

Anmerk. Daher heißt das Product von zwey gleichen Zahlen eine Quadratzahl, und die Zahl, woraus diese entsprungen, die Quadratwurzel.

§. 15. Da ein jedes Dreyeck die Hälfte von einem Parallelogramm ist, das mit ihm gleiche Grundlinie und Höhe hat (§. 13.) so wird dessen Quadratinnhalt durch die Hälfte des Products in die Höhe gefunden.

§. 16. Zwey Parallelogramme fig. 22. ABDC und EFDC, welche eine gleiche Grundlinie CD und einerley Höhe BD haben, sind einander dem Flächeninnhalt nach gleich, wenn auch, wie hier, das eine gerade und das andere schief steht, wie es die Figur deutlich vorstellt.

§. 17. Wenn man in einem rechtwinklichten Dreyeck, fig. 23. ACB an der größten Seite AB, die allemal dem rechten Winkel C gegen über liegt und die Hypothenuse genannt wird, ein Quadrat ABED aufrichtet, so ist dasselbe so groß als die zwey an den beyden übrigen Seiten AC und CB, welche Catheti heißen, angesetzten Quadraten ACGF und CHIB zusammen genommen, das heißt, mathematisch ausgedrückt $AB^2 = AC^2 + CB^2$ (die Zahl ^{2} zeigt nemlich das Quadrat an, oder daß AB, AC und CB mit sich selbst multiplicirt wer-

den

den müssen) hieraus folgt auch, daß $AC^2 = AB^2 - CB^2$ und $CB^2 = AB^2 - AC^2$ sey, welches die Figur sinnlich darstellt.

Anmerk. Diese merkwürdige Eigenschaft eines rechtwinklichten Dreyecks hat Pythagoras erfunden.

§. 18. In ähnlichen Dreyecken, welche nemlich blos ihrer Größe oder Seiten nach von einander unterschieden sind, oder in welchen die ähnlich liegenden Winkel mit einander übereinkommen, haben die ähnlich liegenden Seiten je zwo und zwo genommen, einerley Verhältniß gegen einander. Als in fig. 24. sind abc und ABC zwey ähnliche Dreyecke, und es verhalten sich: $ab : bc = AB : BC$ $ab : ac = AB : AC$. Wird auf BA von B aus die Seite ba getragen, und dann von a mit AC eine Linie bis an BC parallel gezogen, so entsteht in dem Dreyeck ABC das ihm ähnliche kleinere abc. Eben so, wenn in einem jeden Dreyeck, wie in fig. 25. in einem rechtwinklichten, eine Linie mit eine der Seiten, wie hier ab mit AB parallel gezogen wird, so ist das kleinere Dreyeck Cba dem größern CBA ähnlich, und $Cb : ba = CB : BA$; $Ca : ab = CA : AB$; $Cb : Ca = CB : CA$ u. s. w.

§. 19. Aehnliche Dreyecke, Quadrate, Rectanguli rc. verhalten sich gegen einander, wie die Quadrate ihrer ähnlich liegenden Seiten, als in fig. 24. verhält sich die Fläche von abc zur Fläche von ABC wie $bc^2 : BC^2$ oder $ab^2 : AB^2$ rc. Dies läßt sich am leichtesten aus der 23. Figur erkennen, AEGC verhält sich zu ABED wie $GC^2 : BE^2$ also wie $4 \times 4 : 5 \times 5 = 16 : 25$.

§. 20. Einige andere geometrische Wahrheiten, werden in der Folge, da, wo sie ihre Anwendung finden, vorkommen. Die hier angezeigten mußten als eine Einleitung in die Dreyeckmessung voran gehen.

Einige der vornehmsten Begriffe der ebenen und sphärischen Dreyeckmessung, (Trigonometrie) vornehmlich wie sich solche auf die Astronomie bezi.hen, und daselbst anwendbar sind.

§. 21.

Um auch nur die Möglichkeit einzusehen, wie in der Sternkunde der scheinbare und wahre Lauf, die Entfernung und Größe der Himmelskörper nach richtigen Gründen bestimmt werden kann, ist es nothwendig, sowol von der ebenen als kuglichten Dreyeckmessung einige Begriffe zu sammeln.

§. 22. Die ebene Trigonometrie wird in der Astronomie gebraucht, da sich wirklich 1) ebene Triangel im Weltraum gedenken lassen, die sich aus drey geraden Linien zwischen dreyen Weltkörpern bilden, und dann wird 2) ein sehr kleines sphärisches Dreyeck an der scheinbaren Himmelskugel ohne Fehler als ein ebenes behandelt, indem kleine Bögen von großen Circulskreisen eine unmerkliche Krümmung haben.

§. 23. Die sphärische Dreyeckmessung hat ihren Ursprung blos der Astronomie zu danken, und ist durchaus in den Theil derselben, welcher sich allein um Erscheinungen an der Himmelskugel bekümmert, brauch-

brauchbar. Nur an der innern Höhlung der scheinbaren Kugelgestalt des Firmaments lassen sich sphärische Dreyecke gedenken, denn im Weltraum selbst finden selbige nicht statt.

Von der ebenen Trigonometrie.

§. 24.

Ein jedes Dreyeck hat sechs Theile, nemlich drey Winkel und drey Seiten. Sind nun hievon drey bekannt, so lehrt die ebene Trigonometrie aus denselben eins der übrigen durch Rechnung zu finden. Unter den bekannten Theilen muß aber wenigstens eine Seite seyn, weil drey Winkel allein, allen ähnlichen Dreyecken zugehören können, (§. 18.) welches sich auch nach fig. 26. erklären läßt.

§. 25. Nach fig. 27. heißt EB der Sinus des Bogens AB oder des Winkels BCA $=$ n. Die Sehne oder Chorde BI ist $=$ den doppelten Sinus EB, oder Sinus n $= \frac{1}{2}$ Chorde des doppelten Bogens BAI oder des Winkels BCI. Der Sinus EB des Bogens AB ist auch zugleich der Sinus des Bogens BGK, der mit AB 180° austrägt. Der größte Sinus ist der Radius CA$=$CG, daher er auch *Sinus totus* genannt wird, und die übrigen Sinus werden entweder als Theile vom Radius, oder in Theilen desselben, gerechnet. Die Anzahl Grade, welche von einem gegebenen Winkel noch an 90 fehlen, heißt: die Ergänzung *(Complement)* desselben. BG ist demnach das Complement von AB, und daher heißt BF der Cosinus von n oder vom Bogen

AB. AD heißt die Tangente von n oder AB, und folglich GH die Cotangente desselben. CD führt den Namen Secante, und daher CH Cosecante. Endlich heißt EA der *Sinus versus* von n, auch der Pfeil, *(Sagitta)*.

§. 26. Diese trigonometrische Linien stehen mit einander in folgenden Verhältnissen, die sich aus Betrachtung der Eigenschaften ähnlicher Dreyecke (§. 18.) leicht ergeben; Der Radius = r

Verhältnisse: Gleichungen:

1) CE : EB = CA : AD

Trigon. Cos. n : Sin. n = r : Tang. n oder Tang. n = $\frac{r \times \text{Sin. n}}{\text{Cos. n}}$

2) CE : CB = CA : CD

Trigon. Cos. n : r = r : Secant. n od. Secant. n = $\frac{r^2}{\text{Cos. n}}$

3) CF : FB = CG : GH

Trigon. Sin. n : Cos. n = r : Cot. n oder Cotang. n = $\frac{r \times \text{Cos. n}}{\text{Sin. n}}$

4) CF : CB = CG : CH

Trigon. Sin. n : r = r : Cosecant. n oder Cosec. n = $\frac{r^2}{\text{Sin. n}}$

§. 27. In den trigonometrischen Tafeln wird der Radius oder Sinus totus CA zu 10000000 oder 10 Millionen Theilen angenommen, und dann ist durch mühsame Rechnungen bestimmt, wie viele Theile davon, dem Sinus, der Tangente und Secante eines jeden Bogens von Minute zu Minute, oder wol gar von 10 zu 10 Secunden des Quadranten zukommen. Hierunter sind freylich nur drey, nemlich 1) der Sinus von 90° oder der Sinus totus. 2) und die Tangente von 45°, welche

beyde

beyde dem Radius, 3) der Sinus von 30°, welcher dem halben Radius gleich ist, mathematisch richtig; alle übrigen aber nur bis auf $\frac{1}{10000000}$ Theil nach, genau. Allein dieser Fehler wird auch bey großen Circuln unmerklich. In fig. 27. ist der Winkel $n=50°$; und daher nach den Tafeln dessen Sinus EB= 7660444 u. Cosin. BF= 6427876 Tang. AD=11917536 = Cot. GH= 8390996 Sec. CD=15557238 = Cosec. CH=13054073

§. 28. In einem jeden geradelinichten oder ebenen Dreyeck verhalten sich die Seiten gegen einander, wie die Sinus der ihnen gegen über stehenden Winkel, und umgekehrt: Die Sinus der Winkel verhalten sich gegen einander, wie die entgegen stehenden Seiten.

§. 29. Um ein jedes Dreyeck, wie fig. 28. ABC läßt sich ein Circul beschreiben, und nach §. 12. ist z. B. das Maaß von $n=\frac{1}{2}$ BFC und von $o=\frac{1}{2}$ BEA; aber Sinus $\frac{1}{2}$ BFC$=\frac{1}{2}$ BC und Sinus $\frac{1}{2}$ BEA$=\frac{1}{2}$ BA nach §. 25. oder in Worten: Die Sinus der halben Bögen sind den halben Chorden oder die den Winkeln entgegen stehenden halben Seiten gleich. Demnach Sin. $n=\frac{1}{2}$ BC und Sin. $o=\frac{1}{2}$ BA. Hieraus muß folgen, daß sich in den ebenen Dreyecken, zwischen den Sinußen der Winkeln und denn ihnen entgegen stehenden halben oder ganzen Seiten ein richtiges Verhältniß finde. Also: Sin. n : $\frac{1}{2}$ BC = Sin. o : $\frac{1}{2}$ BA oder welches einerley ist: Sin. n : BC = Sin. o : BA. Eben so:

AB : Sin. o = BC : Sin. n u. s. f.

§. 30.

§. 30. Es sey nun in dem Dreyeck ABC, fig. 28, bekannt C oder o = 58°; A oder n = 74°, und die Seite AB = 180 Theilen eines gewissen Maaßstabes. Man soll hiernach die Seite BC in eben den Theilen finden; So wird gesetzt:

	Sin. o	: AB =	Sin. n
	58°	180 Theile	74°
dessen Sin. a. d. Tafl.	8480481		9612617

Wird hier nach den bekannten Regeln gerechnet, so kommt BC = 204 Theile.

§. 31. Da aber bey dergleichen Rechnungen die Multiplication und Division mit den großen Zahlen der Sinussen sehr beschwerlich ist, so mußte die Erfindung der Logarithmen den Mathematikern sehr willkommen seyn. Diese Logarithmen sind Zahlen welche in den trigonometrischen Tafeln für alle Sinus und gemeine Zahlen vorkommen, und die besondere Eigenschaft haben, daß sie das multipliciren und dividiren in ein viel bequemeres addiren und subtrahiren verwandeln. Demnach, statt der Sinus und der Zahl 180 ihre Logarithmen gesetzt, steht die Rechnung also:

Sin. o	: AB =	Sin. n
Log. 9.9284205	2.2552725	9.9828416
		2.2552725
		12.2381141
		9.9284205
der Log. der gesuchten Seite BC =		2.3096936

diesen

welcher in den Tafeln aufgesucht BC = 204 wie vorher giebt.

§. 23. Diese Vorstellungen können schon einen für unsern Zweck hinlänglichen Begriff von den Eigenschaften und Auflösungen, der ebenen Dreyecke geben. Folgende Regeln, mehrentheils für andere Fälle sind hieraus abgeleitet.

§. 33. Für rechtwinklichte Dreyecke, fig. 29. wo in R der rechte Winkel ist. Dieser Winkel ist gleich 90° = Sinus totus = den Radius, welcher gewöhnlich in den trigonometrischen Rechnungen = 1 gesetzt wird, da denn die Sinus 2c. als Brüche oder Theile vom Radius angesehen werden. Da aber 1 so wenig multiplicirt als dividirt, so wird hiebey der rechte Winkel R in den rechtwinklichten Dreyecken nicht gerechnet. Woraus folgende Gleichungen entstehen:

§. 34.

Gegeben.	Gesucht.	Gleichungen zur Auflösung.	
c, k	h	$h^2 = c^2 + k^2$	ist der Pytha-
h, c	k	$k^2 = h^2 - c^2$	gorische Lehr-
h, k	c	$c^2 = h^2 - k^2$	satz §. 17.
h, a od. h, b	k	$k = h \times$ Sin. a od. $h \times$ Cos. b	
h, a od. h, b	c	$c = h \times$ Cos. a od. $h \times$ Sin. b	
c, a od. c, b	k	$k = c \times$ Tang. a od. $c \times$ Cot. b	
k, b od. k, a	c	$c = k \times$ Tang. b od. $k \times$ Cot. a	

§. 35. Für schiefwinklichte Dreyecke, fig. 30.

Gegeben.	Gesucht.	Verhältnisse und Gleichungen zur Auflösung.	
B, A, k	h	Sin. B : k = Sin. A : h	wie §. 29.
k, B, h	A	k : Sin. B = h : Sin. A	
k, h, C	b	$b^2 = k^2 + h^2 - 2 \times k \times h \times$ Cos. C.	
b. k, A	B oder C	$(b+k):(b-k) =$ Tang. $\frac{1}{2}(C+B)$: Tang. $\frac{1}{2}(C-B)$	

Wenn

Wenn im letztern Falle A bekannt ist, so ist auch die Summe von C und B bekannt, da selbige 180° — A austrägt. (§. 10.) Wird nun die durch diese Formel gefundene halbe Differenz zur halben Summe von C und B addirt, so kommt nach arithmetischen Gründen, der größte; und wird selbige davon subtrahirt, der kleinste von den unbekannten Winkeln C und B heraus. Der größte Winkel von beyden läßt sich aus der ihm entgegen stehenden größten Seite erkennen. (§. 6.) Uebrigens sind die obigen Verhältnisse bey allen ähnlichen Aufgaben anwendbar, wo nur die Buchstaben versetzt werden dürfen.

§. 36. Ein besonderer Gebrauch der Sinuße in der lehrenden Astronomie ist, daß sie beständig statt Bögen und Winkel dienen müssen. Z. B. nach fig. 31. laufe ein kleiner Planet a um einen größern d in dem Kreise a b r s herum. Wird diese Bewegung nach o hinaus in einer Fläche und großen Entfernung bemerkt, so wird a sich von d bis r nach dem Sinus des durchgelaufenen Bogens zu entfernen, und eben so von r bis s sich wieder d zu nähern scheinen. Ist a bis b = 30° fortgerückt, so ist die scheinbare Entfernung d p = c b = Sin. n = $\frac{1}{2}$ d r, weil Sin. 30° = $\frac{1}{2}$ Radius ist. (§. 27.) Die Sinus nehmen aber nach r hinaus immer weniger zu oder ab, und daher muß sich a daselbst von o aus betrachtet, viel langsamer zu bewegen scheinen.

Von

Von der sphärischen Trigonometrie.

§. 37.

Die sphärische oder kuglichte Dreyeckmessung behandelt diejenigen Dreyecke, welche sich aus drey Bögen auf der Oberfläche oder an der inwendigen Höhlung einer Kugel ergeben, und lehrt, wie aus gegebenen drey Stücken derselben, sie mögen nun Seiten (Bögen) oder Winkel seyn, eins der übrigen sich finden lasse.

§. 38. Hierbey ist es nothwendig, daß die Bögen, woraus die sphärischen Dreyecke zusammen gesetzt sind, durchgehends aus ein und derselben Kugel Mittelpunct beschrieben worden, damit die Grade überall gleich groß werden, oder aus Theilen von größten Circuln bestehen, deren Flächenmittelpunct mit dem Mittelpunct der Kugel übereinkommt, und nach welchen sich die Kugel genau in die Hälfte theilen läßt.

§. 39. Dieses mußte vorausgesetzt werden, weil sonst kein richtiges Verhältniß der Bögen und Winkel in den sphärischen Dreyecken gegen einander statt fände. Der kürzeste Weg von einem Punct der Kugeloberfläche zum andern, geht allemal nach der Richtung eines Bogens vom größten Kreise, wie fig. 32. ADB, dessen Maaß in Graden sich im Mittelpunct C ergiebt, statt, daß sich zwischen ADB noch eine unendliche Menge anderer Bögen von eben so verschiedener Anzahl größerer oder kleinerer Graden ziehen lassen, deren Mittelpuncte außer C liegen.

§. 40.

§. 40. Daher sind die mit den größten Kreisen auf einer Kugel gleichlaufende oder Parallelkreisen, in der kuglichten Dreyeckmessung, so wie solche die Astronomie braucht, nicht anwendbar, weil sie nicht aus der Kugel Mittelpunct beschrieben worden. Sie geben freylich ähnliche sphärische Dreyecke, die sich aber nach den allgemeinen Regeln nicht auflösen lassen. Ihre Flächen sind als die Grundflächen eines Kegels anzusehen, dessen Spitze im Mittelpunct der Kugel fällt.

§. 41. Die Axe eines größten Circuls ist die Linie, welche in der Größe des Halbmessers auf dem Mittelpunct seiner Kreisfläche senkrecht steht. Der äußerste Punct dieser Axe heißt: der Pol des Kreises, und ist von allen Puncten des Umkreises gleich weit entfernt. Der Bogen des größten Kreises von einem Pol bis zum Umkreise trägt nemlich 90° aus.

§. 42. Zwey größte Circul, welche auf einer Kugel beschrieben werden, müssen sich nothwendig in die Hälfte und demnach einander gerade gegen über durchschneiden. Durchschneiden sich beyde unter einen rechten Winkel, so geht der eine durch die Pole des andern, und ihre Flächen stehen senkrecht auf einander. Geschieht dies aber unter einen schiefen Winkel, so wird sich zwischen den in eines jeden Fläche auf einen Punct ihrer gemeinschaftlichen Durchschnittslinie senkrecht gezogenen Linien, der Neigungswinkel beyder Flächen ergeben.

§. 43. Ein sphärisches Dreyeck, wie es in der Trigonometrie betrachtet wird, bestehet: aus drey Bogenstücken oder Seiten, die kleiner als 180° sind.

sind. Rechtwinklicht heißt es, wenn ein oder mehrere rechte Winkel darin vorkommen; Schiefwinklicht aber, wenn alle Winkel schief sind.

§. 44. In einem rechtwinklichten sphärischen Dreyeck BAR fig. 33. das einen rechten Winkel in R hat, heißen von den zween Seiten welche R einschließen: RA die Grundlinie und RB der Perpendicul; die gegenüberstehende Seite BA aber, die Hypothenuse.

§. 45. Werden von BAR Linien oder Halbmeßer nach dem Mittelpunct der Kugel in C gezogen, so sind die Seiten des sphärischen Dreyecks die Maaßen der Winkel in C; demnach BCA = BA; BCR = BR und ACR = AR. Eben so wenn aus B die Linie BM auf CR, und BN auf CA senkrecht gezogen und NM durch eine Linie vereinigt wird, so muß in den ebenen rechtwinklichten Dreyeck BMN, der Winkel BNM das Maaß des sphärischen Winkels A; BMN = R und NBM = B seyn. Die Linien BN und BM sind als die Sinus der Bögen BA und BR anzusehen, da BN auf CA und BM auf CR senkrecht steht, und CR, CA, Halbmeßer der Kugel sind.

Anmerk. Wenn nach fig. 33. RCAR aus drey Chartenblätter zusammen geleimt wird, so läßt sich in der daraus entstehenden Kugelpyramide das besonders ausgeschnittene ebene Dreyeck BNM vorn in der Oefnung bey BAR einschieben, wodurch die gegebene Erklärung begreiflicher wird. Ueberhaupt ist es sehr nützlich, bey den bisher von §. 37. an gesagtem, der Vorstel-

lung von den Lagen der Flächen gegen einander und allen Gattungen sphärischer Dreyecke durch körperliche Modelle und durch einen Globus zu Hülfe zu kommen.

§. 46. Wenn der Radius oder Sinus totus oder der rechte Winkel = R gesetzt wird, so ist in fig. 33, nach den Regeln der ebenen Dreyeckmeßung für rechtwinklichte Dreyecke wie BNM worin M der rechte Winkel ist:

R : BN = Sin. N : BM
u. in dem sphärischen R : Sin. BA = Sin. A : Sin. BR
und nach eben den Gründen:
in. d. eben. Dreyeck R : NM = Tang. N : BM
u. in dem sphärisch. R : Sin. RA = Tang. A : Tang. BR

§. 47. Hieraus erhellet, daß die sphärische Dreyeckmeßung mit der ebenen ähnliche Grundregeln habe, nur, daß statt der Seiten in der letztern, die Sinus oder Tangenten der übereinstimmenden Bögen in der erstern gesetzt werden. Es verhalten sich nemlich in einem sphärischen Dreyeck: die Sinus der Seiten gegen einander, wie die Sinus der ihnen entgegenstehenden Winkeln.

§. 48. Folgende Regeln sind aus den vorhin angezeigten und andern Eigenschaften der sphärischen Dreyecke abgeleitet, und dienen in der sphärischen Astronomie, nach den vorkommenden Fällen zur Auflösung.

§. 49. Rechtwinklichtes sphärisches Dreyeck abR, fig. 34. wo in R der rechte Winkel; b die Hy-

Hypothenuse; c die Grundlinie und k der Perpendicul (§. 44.) ist. Der rechte Winkel wird auch hier wie bey den ebenen Dreyecken aus gleichem Grunde nicht gerechnet (§. 33.) und daher giebt es folgende Gleichungen zur Auflösung:

§. 50.

Gegeben.	Gesucht.	Gleichungen
a, b od. c, k	h	Cos. h = Cot. a × Cot. b od. Cos. c × Cos. k
c, h od. b, k	a	Cos. a = Tang. c × Cot. h od. Sin. b × Cos. k
k, a od. h, b	c	Sin. c = Tang. k × Cot. a od. Sin. h × Sin. b
k, h od. a, c	b	Cos. b = Tang. k × Cot. h od. Sin. a × Cos. c
c, b od. a, h	k	Sin. k = Tang. c × Cot. b od. Sin. a × Sin. h

§. 51. Schiefwinklichtes sphärisches Dreyeck ABC, fig. 35.

Gegeben.	Gesucht.	Verhältniße u. Gleichungen zur Auflösung.
b, B, a	A	Sin. b : Sin. B = Sin. a : Sin. A
c, C, B	b	Sin. C : Sin. c = Sin. B : Sin. b
B, C, a	A	Cos. A = Sin. B × Sin. C × Cos. a + Cos. B × Cos. C
b, c, A	a	Cos. a = Sin. b × Sin. c × Cos. A − Cos. b × Cos. c
A, B. C	a	$\text{Cos. a} = \frac{\text{Cos. A} - \text{Cos. C} \times \text{Cos. B}}{\text{Sin. C} \times \text{Sin. B}}$
a, b, c	B	$\text{Cos. B} = \frac{\text{Cos. b} + \text{Cos. a} \times \text{Cos. c}}{\text{Sin. a} \times \text{Sin. c}}$

§. 52. Schiefwinklichtes sphärisches Dreyeck AED fig. 36, wobey ein Perpendicul oder senkrechter Bogen von einem Winkel auf der gegenüberstehenden Seite, wie hier EC auf AD gefällt wird, um es zur Erleichterung der Auflösung in zween rechtwinklichten ECA und ECD wo an C der rechte Winkel ist, abzutheilen. C ist hier die Seite AD oder x + y. Folgende Tafel stellt ihre Auflösung vor.

§. 53.

Gegeben.	Gesucht.	Verhältniße und Gleichungen zur Auflösung.		
A, B, a	C	Tang. x = Tang. B × Cos. A	Cos. B : Cos. x = Cos. a : Cos. y	x + y = C
A, B, C	a	„ „ „	C — x = y	Cos. x : Cos. B = Cos. y : Cos. a
A, B, D	C	„ „ „	Cot. A : Sin. x = Cot. d : Sin. y	x + y = C
A, B, C	D	„ „ „	C — x = y	Sin. x : Cot. A = Sin. y : Cot. D
a, D, A	E	Cot. o = Tang. D × Cos. a	Cos. D : Sin. o = Cos. A : Sin. n	n + o = E
a, D, E	A	„ „ „	E — o = n	Sin. o : Cos. D = Sin. n : Cos. A
a, D, B	E	„ „ „	Cot. a : Cos. o = Cot. B : Cos. n	n + o = E
a, D, E	B	„ „ „	E — o = n	Cos. o : Cot. a = Cos. n : Cot. B

§. 54. Die hier gegebenen Regeln sind alle so beschaffen, daß sie nach den beygebrachten Erläuterungen verständlich seyn können. Wird nun der jedesmal vorkommende Triangel besonders gezeichnet, und dessen Seiten und Winkel mit gleichen Buchstaben benennt, hierauf die gegebenen und zu suchenden Stücke gehörig bemerkt, so wird die Vorschrift zur Auflösung sich entweder selbst in den vorigen Tafeln befinden oder durch eine leichte Versetzung der Gleichung ergeben. Uebrigens enthalten dieselben weit mehrere Vorschriften als in der Folge gebraucht werden.



Zweiter Abschnitt.

Erscheinung des Weltgebäudes und künstliche Eintheilung der Himmelskugel.

Besondere Abtheilungen der Sternkunde.

§. 55.

Die Sternkunde, (Astronomie) ist die Wissenschaft von dem großen Weltgebäude, welche die Erscheinung, Bewegung, Größe, Entfernung und Beschaffenheit der Himmelskörper zu beobachten, berechnen, auszumessen und zu bestimmen lehret.

§. 56. Sie läßt sich sehr schicklich unter folgende drey Abtheilungen bringen: Nemlich der Sternkundige untersucht:

Erstlich: Wie das Weltgebäude von der Erde aus betrachtet in die Sinne fällt, welche Erscheinungen und Bewegungen sowol allgemein an der Himmelskugel, als an einzelnen Weltkörpern vorgehen. Dieser Theil worin größtentheils blos die scheinbaren Bewegungen betrachtet und nach gewißen Erfindungen der Kunst erkläret werden, heißt: die sphärische Astronomie.

Zweitens: Ob es mit diesen Erscheinungen, so wie wir solche am Himmel bemerken, seine Richtigkeit habe, ob uns nicht hiebey sehr oft Augenbetrüge täuschen und wie die wahren Bewegungen der Himmelskörper eigentlich beschaffen seyn mögen; wie sich diese berechnen und eine richtige Zeitabtheilung sowol als die Himmelsbegebenheiten im voraus darnach finden laßen; wie sich die Entfernung und Größe der andern Himmelskörper in Vergleichung mit unserer Erde ergiebt; was sich gewiß oder nur wahrscheinlich von ihrer Beschaffenheit und Bestimmung herausbringen läßt, wie zugleich hiedurch die Begriffe von der Größe und Vortreflichkeit der Welt und ihrem Urheber erweitert werden 2c. Der Theil, in welchem dieses aus richtigen Beobachtungen, Berechnungen und gegründeten Schlüssen

sen bestimmt wird, heißt: die theorische oder lehrende Sternkunde.

Drittens: Was die wahren Bewegungen jener großen Kugeln eigentlich zur Ursache haben, und durch welche Kräfte sich dieselben im Weltraum fortschwingen; ob dies eben die mechanischen Kräfte sind, welche bey uns die Bewegungen der Körper hervorbringen und unterhalten, oder ob die Himmelskörper andern Gesetzen folgen; welches mächtige Band endlich alle mit einander verbindet, die Welt zum Ganzen macht, und in der eingeführten Ordnung erhält rc. So weit hierin des Menschen Wissen gehet, sind dergleichen Untersuchungen Gegenstände der physikalischen Sternkunde.

Die verschiedenen Arten der Himmelskörper.

§. 57.

Sonne und Mond sind die bekanntesten und am größten in die Augen fallenden Himmelskörper, außer welchen alle übrige den allgemeinen Namen Sterne führen. Diese letztern, welche uns als kleinere glänzende Körper am Himmel erscheinen, werden unter zwey Hauptclassen gebracht; nachdem sie entweder zu den Fixsternen oder Planeten gehören.

§. 58. Unter Fixsterne wird fast das ganze zahllose Heer der Sterne verstanden, welches sich am Himmel nach allen Seiten hinaus zeigt, und bey heitrer Luft des Nachts zum Vorschein kömmt. Sie

haben ihren Namen von *fixus*, fest, unbeweglich, erhalten, weil sie an der inwendigen Höhlung der Himmelskugel angeheftet zu seyn scheinen, da sie gegen einander ihre Stellungen nicht verändern. Sie unterscheiden sich auch von den Planeten durch ein zitterndes oder funkelndes Licht. Ihrer erscheinenden Größe oder Lichtstärke nach werden sie unter sechs und mehrere Ordnungen gebracht, da die hellsten Sterne von der ersten; die diesen zunächst kommenden, von der zweiten; dann von der dritten u. s. w. Größe, heißen. Sie sind haufenweise unter bildliche Vorstellungen von menschlichen und thierischen rc. Figuren gebracht, auch verschiedenen eigene Namen beygelegt. Zu den Fixsternen gehört auch: Die so genannte **Milch-** oder **Jacobsstraße**, welche sich unter der Gestalt weißlicher Streifen am Sterngewölbe zeigt, ferner: Die **Nebelsterne**, neblichte Stellen welche sich hie und da am Himmel zeigen; dann laßen sich auch die **Neuen**, Veränderlichen oder Wundersterne dahin rechnen. Die neuere Sternkunde weiset auch der Sonne ihre Rangordnung unter den Fixsternen an.

§. 59. Unter **Planeten** werden eigentlich nur fünf helle Sterne am Himmel verstanden, welche nach einer gewissen Richtung von Westen gegen Osten langsamer oder geschwinder von einem Fixstern zum andern fortrücken und um den ganzen Himmel herumlaufen. Sie übertreffen mehrentheils an Glanz den größten Fixsternen, nur daß sie nicht so wie diese funkeln. Ihre Namen und Bezeichnungen sind: **Merkur** ☿, **Venus** ♀, **Mars** ♂,

Jupi-

Jupiter ♃ und Saturn ♄. Die Alten leiteten ihre allgemeine Benennung von Irrsterne ab, weil sie nicht selten sich sehr unordentlich zu bewegen scheinen, die mehreste Zeit zwar vorwärts nach Osten jedoch mit veränderlicher Geschwindigkeit fortrücken, dann aber auch zuweilen stille stehen und rückwärts gehen ꝛc. Diese fünfe führen den Namen Hauptplaneten, außer welchen noch zehn **Nebenplaneten** bekannt sind, wovon einer um unsere Erde, nemlich der **Mond**; vier um den Jupiter und fünf um den Saturn laufen, welche durch Fernröhre sichtbar sind. Zu den Planeten gehören auch die **Kometen**. Diese Himmelskörper erscheinen als dunkle, in einem starken Nebel eingehüllte und die mehreste Zeit mit einem langen Schweife versehene Sterne. Sie sind einzeln nur zuweilen eine Zeitlang sichtbar, und laufen mitlerweile einen kleinern oder größern Weg am Himmel nach allen möglichen Richtungen und mit verschiedentlicher Geschwindigkeit durch. Ihre Anzahl läßt sich nicht bestimmen, muß aber ansehnlich seyn.

Die vornehmsten Erfahrungen beym sinnlichen Anblick des Weltgebäudes.

§. 60.

Der Himmel erscheint überall als eine hole Halbkugel in deren Mittelpunct wir auf der Oberfläche der Erde stehen, und an deren innern eingebildeten Fläche alle Himmelskörper in gleichen Entfernungen von uns zu seyn scheinen.

Anmerk. Daß die scheinbare Gestalt des Himmels, eines optischen Betrugs wegen, eigentlich einem über unserm Scheitel stark eingedrückten Gewölbe gleichet, davon wird in der Folge geredet.

§. 61. Bemerkt man einige Stunden nachher den Stand der Sterne, so zeigt sichs, daß fast keiner seine Weite von andern; hingegen alle gemeinschaftlich ihren Stand gegen das Auge des Zuschauers in einem kreisförmigen Bogen von Osten nach Westen hin, und in unsern Ländern schräge auf- oder unterwärts verändert haben. Denn die vorhero sich gerade übern Kopf am Himmel zeigten, sind mehr westwärts; die niedrig am westlichen Himmel standen, sind verschwunden, und dafür am östlichen andere, die vorher nicht da waren, zum Vorschein gekommen. Die Dauer der Sichtbarkeit der Sterne in ihrem Lauf von Osten nach Westen ist sehr ungleich. Einige sind nur wenige Stunden zu sehen; dahingegen giebt es eine gewisse Gegend, wo sie niemals aus unserm Gesichte kommen. Mond und Sonne folgen gleichfalls der allgemeinen Fortrückung nach Westen. Am folgenden Abend findet man die Sterne um eine gleiche Stunde fast in eben dem Stande, und nimmt die nemlichen Erscheinungen wahr, so daß also die Himmelskugel in 24 Stunden sich von Osten nach Westen herumzuwälzen scheint.

§. 62. Werden unterdessen diese Beobachtungen einige Abende fortgesetzt, so läßt sich bald wahrnehmen, daß es außer dem Monde noch gewisse kenntliche Sterne giebt, welche außer dem vorigen

allge-

allgemeinen Umlauf, noch eine besondere oder eigene Bewegung haben, und zwischen den übrigen Sternen hindurch, nach und nach von einem zum andern, die mehreste Zeit von Westen nach Osten, fortrücken. Dies sind die Planeten, da jene zu den Fixsternen gehören.

§. 63. Dies läßt sich am leichtesten am Monde bemerken. Denn wenn dieser Himmelskörper an einem gewissen Abend zunächst bey einem bekannten Fixstern steht, so wird er den folgenden Abend um etwa 13° von demselben nach Osten entfernt erscheinen. Diese Entfernung wird täglich um so viel zunehmen, und nach 27 Tagen wird der Mond wieder bey eben diesem Fixsterne sich zeigen. Demnach läuft der Mond in 27 Tagen einmal um den ganzen Himmel herum, von Westen nach Osten, und macht eben diesen Weg mit allen Gestirnen gemeinschaftlich in 24 Stunden von Osten nach Westen. Beyde Bewegungen können aber nicht zugleich geschehen, daher muß eine davon nur scheinbar seyn. Eben dies läßt sich aus den eigenen Bewegungen der Planeten folgern.

§. 64. Giebt man auf die Fixsterne Acht, welche z. B. im Frühjahr des Abends an der Westseite nach Sonnenuntergang erscheinen, so bemerkt man in den folgenden Abenden, daß dieselben zu gleicher Stunde nach und nach weiter hinunter sich zeigen, und endlich in der Abenddämmerung unsichtbar werden. Hingegen kommen an der Ostseite, um eben diese Abendzeit, neue vorhin noch nicht gesehene Sterne herauf. Diese werden alle Abende um

einige

einige Minuten, und nach Verlauf von einem Monat, um etwa zwey Stunden früher am nemlichen Ort stehen, und so werden sich diese östlichen Sterne gleichfalls dem westlichen Himmel nähern. Nach einiger Zeit werdeu diejenigen Sterne des Morgens, vor Sonnenaufgang, in Osten glänzen, welche ehedem sich des Abends in Westen zeigten, und nach Verlauf von einem Jahre kommen am Abend- und Morgenhimmel um gleiche Zeit eben dieselben Gestirne zum Vorschein. Demnach läßt es, als wenn sich die Sonne jährlich auch von Westen nach Osten um den ganzen Himmel durch die Fixsterne hindurch, oder diese in entgegengesetzter Richtung sich um die Sonne bewegen.

§. 65. Der Mond, welcher mit einem periodisch abwechselnden Lichte unsere Nächte erleuchtet, hat dieserwegen schon sehr frühe die Aufmerksamkeit der Menschen an sich gezogen. Wenn er mit der Sonne an einem Ort des Himmels steht, so ist er unsichtbar, und für uns gar nicht erleuchtet. In dieser Stellung hat er den Namen Neumond erhalten. Einige Abende darauf zeigt er sich nach Sonnenuntergang zuerst wieder in Westen sichelähnlich erleuchtet. Sieben Tage nach dem neuen Lichte steht er 90° von der Sonne, ist halb erleuchtet, und zeigt sich des Abends um 6 Uhr in Süden. Am 15ten Tage nach dem Neumond ist der Mond 180° von der Sonne oder derselben gerade gegen über, scheint mit vollem Lichte die ganze Nacht, und steht um Mitternacht in Süden. Nach 7 Tagen hat er sich wieder der Sonne bis auf 90° genähert, ist noch

noch halb erleuchtet, und erscheint früh Morgens um 6 Uhr in Süden. Nach 29 Tagen kommt der Mond abermal bey der Sonne, und dies geschieht in einem Jahre über zwölfmal. Der erleuchtete Theil ist allemal der Sonne zugewendet, und zeigt sich daher im zunehmenden Lichte an der Westseite, und im abnehmenden an der Ostseite des Mondes.

§. 66. Die beyden Planeten: Merkur und Venus sind allemal nur des Abends oder des Morgens, in Westen oder Osten sichtbar. Merkur rückt aufs höchste 28° und Venus 48° von der Sonne ab. Beyde bewegen sich gewöhnlich von Westen nach Osten, stehen aber auch zuweilen stille und gegen rückwärts 2c. Hingegen Mars, Jupiter und Saturn können zu aller Zeit des Nachts sichtbar seyn. Wenn diese um Mitternacht in Süden kommen, so bemerkt man, daß sie größer als sonst erscheinen. Sind sie bey der Sonne, so laufen sie am geschwindesten vorwärts nach Osten. Einige Zeit vorher, ehe sie der Sonne gegen über stehen, fangen sie an, sich langsamer zu bewegen, hierauf eine Weile stille zu stehen, und endlich um einige Grade rückwärts zu gehen, welches letztere am merklichsten ist, wenn sie der Sonne entgegen stehen. Ehe sie nachher wieder ihren Lauf vorwärts nehmen, stehen sie noch einmal stille, nemlich wenn sie aufhören zurückzugehen.

§. 67. Die Sonne, der Mond und die Planeten nehmen nicht ein jeder besonders für sich einen eigenen Weg am Himmel, sondern vollführen ihre Umläufe alle nach einer gewissen Richtung, und

zwischen

zwischen gleichen Gestirnen hindurch. Der Mond kommt in 27 Tagen, Merkur und Venus mit der Sonne in einem Jahre; Mars in 2, Jupiter in 12, und Saturn in 29 Jahren um den ganzen Himmel herum. Die Sonne beschreibt allemal genau die nemliche Bahn; der Mond und die übrigen Planeten hingegen weichen jedesmal innerhalb gewissen Schranken davon ab.

§. 68. Die Planeten gehen oft Fixsternen nahe vorbey, oder bedecken selbige. Eben so erscheinen uns zuweilen zwey Planeten nahe zusammen zu kommen, auch, welches aber viel seltner geschieht, einander zu bedecken. Man hat unterdessen beobachtet, daß Jupiter den Saturn; Mars den Jupiter; Venus den Mars; Venus den Merkur bedeckt hat. Der Mond, welcher am geschwindesten seinen Umlauf von Westen nach Osten, nemlich in 27 Tagen, vollführt, bedeckt sehr oft Fixsterne, auch dann und wann einen Planeten; noch niemals aber ist ein Planet oder Fixstern vor den Mond getreten.

§. 69. Zuweilen wird der Sonne bey heitern Himmel ihr Licht von einem dunkeln runden Körper entzogen, welcher nach und nach von Westen nach Osten vor die Sonnenscheibe rückt, und uns einen größern oder kleinern Theil derselben auf einige Stunden bedeckt. Hiebey ist zu merken, daß dies allemal nur geschieht, wenn der Mond bey der Sonne oder im neuen Lichte ist, und daß die Sonne an allen Orten nicht gleich stark, ja an einigen gar nicht verfinstert erscheint. Ein andermal verliert

liert der Mond bey hellen Himmel, zu der Zeit, wenn er der Sonne gerade entgegen steht, und im vollen Lichte ist, seinen Schein auf einige Stunden, entweder ganz, oder nur zum Theil. Diese Verdunkelung wird von einer dunkeln Schattenscheibe verursacht, welche sich von Osten nach Westen über den Mond ausbreitet, und es ist dabey zu merken, daß alle diejenigen Bewohner der Erde, welche den Mond zu der Zeit sehen, einen gleich großen Theil desselben verdunkelt erblicken.

§. 70. Die lehrende Sternkunde wird in der Folge die richtigen Ursachen von allen diesen Erscheinungen erklären, deren es noch weit mehrere giebt, wenn man seinen Ort auf der Erde um eine ansehnliche Weite verändert, anhaltende genaue Beobachtungen und die Fernröhre mit zu Hülfe nimmt.

Ursache der erscheinenden Gestalt des Himmels, Messung scheinbarer Entfernungen an derselben.

§. 71.

Beym ersten Anblick des Himmels fehlen alle Gründe, nach welchen wir die sehr verschiedenen Entfernungen der Himmelskörper von uns beurtheilen könnten, und wir werden hiebey blos von unsern Empfindungen geleitet. Hiernach ziehen wir in Gedanken gerade Linien im Weltraum, nach einem jeden Himmelskörper hinaus, ohne zu bestimmen, ob er nahe oder ferne sey, und unsre

Sinne

Sinne können nur die Winkel, unter welche diese verschiedenen Linien ins Auge fallen, als ein Maaß zur Bestimmung des Abstandes der Himmelskörper von einander betrachten. Es läßt sich nach fig. 3. wenn das Auge auf der Erde in C ist, nicht empfinden, ob der Lichtstral LC oder SC von einem nähern Himmelskörper in L oder von einem entferntern in S herkomme, aber der Gesichtswinkel o, unter welche beyde ins Auge fallen, bleibt uns mit Instrumenten oder durch Schätzung zu messen übrig.

§. 72. Weil wir nun um unser Auge herum, nach allen Gegenden des Himmels hinaus, die Längen der Gesichtslinien nach den Himmelskörpern nicht kennen oder nirgends ihre Gränzen finden, so entsteht eine Vorstellung, an welche wir bereits von der ersten Jugend an gewöhnt sind, daß nemlich alle Himmelskörper an der innern Aushölung oder Fläche einer materiellen Kugel sich zeigen, bewegen oder mit derselben herum geführt werden, und da der erste Theil der Astronomie sich blos um Erscheinungen bekümmert, so läßt sich fürs erste, diese Vorstellung, der Wahrheit unbeschadet, bey allen größern und kleinern Entfernungen der himmlischen Körper beybehalten. Denn es sey nach fig. 37. in o das Auge, so werden wir den Mond m in M; den Stern r in R und s in S an diesen eingebildeten Himmelsgewölbe MRS hinaus zu sehen glauben. Unter den Winkel c = RM wird der Mond über den Stern R; nnd um a = SR werden beyde Sterne r und s daselbst über einander stehen. Dies wären ihre scheinbaren Entfernungen

gen an der eingebildeten Himmelskugel, keineswe- ges aber die wahren, welche die Linien mr und rs angeben.

§. 73. Der Himmel hat nicht allein überall auf der Erde die Gestalt einer Kugel, sondern die scheinbaren Entfernungen der Sterne werden aller Orten von gleicher Größe befunden. Dies scheint den geometrischen Satz zu widersprechen, daß sich die Anzahl Grade vom Bogen eines Circuls nur im Mittelpunct desselben an einen Winkel ergeben, dessen Schenkel diesen Bogen einschließen, wenn man nicht hieraus schon im voraus schließen könn- te, daß wir in allen Gegenden der Erdoberfläche den Mittelpunct der Himmelskugel antreffen, dies will so viel sagen, daß die ganze Erde in Verglei- chung der Entfernung der Himmelskörper oder der Größe der Himmelskugel kein Verhältniß haben müsse.

Von der Eintheilung der Himmelskugel in Graden.

§. 74.

Aus dem vorigen wird es begreiflich, wie sich die Astronomen an der inwendigen Aushölung einer blos erscheinenden ob gleich nirgends zu fin- denden Himmelskugel, Kreise und ihren Umfang, wie bey allen übrigen in 360° abgetheilt vorstellen, weil es hiebey nicht auf die Größe dieser Grade, oder nicht auf die Größe des Halbmeßers, womit der eingebildete Kreis beschrieben worden, (§. 2.)

 sondern

sondern nur auf die Größe des am Auge, daß im Mittelpunct desselben zu stehen glaubt, sich formirenden Winkels ankömmt. Wäre nach fig. 3. der Mond in L und die Sonne nach S hinaus, so würden beyde um den Bogen SA = 40° = den Winkel o an der Himmelskugel von einander stehen. Stünde nach D hinaus, viele tausendmal weiter, ein Stern, so wäre deßen scheinbarer Abstand von der Sonne 120° und vom Mond 80°.

§. 75. Hoch oder niedrig am Himmel stehen, zeigt gleichfalls nicht die wirkliche größere oder kleinere Weite der Himmelskörper von uns an, sondern nur, ob die Gesichtslinien nach ihnen, von einem gewißen größten Kreis, welcher die Gränze der uns sichtbaren Halbkugel des Himmels macht, mehr oder weniger aufwärts oder gegen den Punkt gerade über uns, den wir hiebey als den höchsten annehmen, gehn, in Graden der Himmelskugel gerechnet. In fig. 37. steht der Mond in m höher als die Sterne r und s.

§. 76. Die scheinbare Größe eines Grades am Himmel läßt sich aus dem Anblick der Sonne oder des Mondes abnehmen, welche etwa 30′ oder einen halben Grad im Durchmeßer haben. Hiernach ist der scheinbare Abstand zweyer Sterne beyläufig zu schätzen, wobey sich aber für unser Auge optische Betrüge mit einmischen. Diese scheinbare Größe der Sonne und des Mondes allein, bestimmt unterdeßen nichts von ihrer wahren Größe, denn

denn nach fig. 38. kann der Mond von a aus betrachtet in m oder viel weiter von uns in n stehen, ohne daß der Sehewinkel in a dadurch verändert würde.

Von den Kreisen der Himmelskugel und deren Flächen.

§. 77.

Da wir im Mittelpunct der Himmelskugel zu stehen uns einbilden, so sind wir auch im Mittelpunct der Fläche eines jeden größten Kreises (§. 35.) derselben, er habe eine Lage wie er wolle. Diese Flächen muß man sich gleichfalls in der Astronomie von keiner bestimmten Größe gedenken, man kann solche bis an die scheinbare Himmelskugel hinaus, das heißt, ohne Gränzen ausgebreitet sich vorstellen; denn nicht auf ihre Ausdehnung, sondern allein auf ihre Lage kommt hier alles an.

§. 78. Gesetzt der Mond stehe mit einem gewißen Stern am Himmel in einem gleichen größten Kreise der Sphäre, so ist das so viel: Die Fläche dieses Kreises welche man sich vom Auge bis an der Himmelskugel ausgebreitet vorstellt, geht durch den Mond und zugleich durch den unermeßlich weit hinter ihm stehenden Stern. Wäre nach fig. 37. MRSA ein Theil dieses größten Kreises und MoA deßen Fläche, welche mit der Fläche des Papiers übereinkommt, so ist das vorher gesagte leicht zu begreifen. So bald aber der Mond über den

Punct m und also über die Fläche des Papiers erhaben wäre, so kann er nicht mehr mit dem Stern r zugleich in den größten Kreis MRS erscheinen.

§. 79. Nach fig. 39. sey AOB der Durchschnitt eines größten Kreises, in deßen Flächen-Mittelpunct das Auge in O stehe. Der Mond befinde sich gerade über h in n, so wird der Winkel m = den Bogen eines andern auf dem vorigen senkrecht stehenden größten Kreises BDFA den scheinbaren Abstand des Mondes von der erstern Fläche in Graden meßen. Die wahre Entfernung des Mondes hn von dieser Fläche wird hier nicht verstanden, da diese von deßen wahren Entfernung von O abhängt; steht der Mond in l, so bleibt der Winkel m unverändert, obgleich alsdann sein Abstand von der Fläche AOB, kl wäre; im Gegentheil kann der Mond in L oder M gleich weit von der Fläche abstehen, und uns in O gleichwol unter verschiedenen Winkeln von derselben entfernt ins Auge fallen.

§. 80. Die Flächen der kleinern oder mit den größten parallel laufenden Kreisen der Himmelskugel laßen sich unterdessen nicht so wie bey jenen (§. 77.) erweitern, ohne in der Astronomie irrige Vorstellungen zu erregen, denn diese erweiterte Flächen würden, so groß man sich auch immer die Himmelskugel gedächte, doch allemal außer derselben gehen, weil das Auge vom Mittelpunct ihrer Kreisfläche eine auf derselben senkrechte Entfernung hat (§. 40.), daher zwey Himmelskörper die in der Fläche eines kleinern Kreises stehen von uns betrachtet

tet, in zwey unterschiedenen Puncten des Himmels erscheinen. Die Grade ihres Umkreises sind daher gleichfalls nicht anders brauchbar, als wenn sie auf das allgemeine Maaß scheinbarer Entfernungen am Himmel, nemlich: Bögen größter Circul reducirt werden.

Namen und Beschreibung der an der Himmelskugel eingeführten Kreisen und Puncten.

§. 81.

Unter allen möglichen Puncten, größten und kleinern Kreisen der Himmelskugel, haben diejenigen welche sich auf den Horizont eines Orts und den allgemeinen scheinbaren Umlauf des Himmels oder einzelner Körper beziehen, und wodurch sich auch die himmlischen Erscheinungen erklären laßen, besondere Benennungen erhalten, und verdienen eine genauere Beschreibung ihrer Lage und Bestimmung. Sie sind schon in dem entferntesten Alterthum von den Chaldäern, Aegyptiern, Griechen und Arabern eingeführt, wovon noch zum Theil ihre Namen zeugen, wofür wir aber anjetzt deutsche Ausdrücke haben. Verschiedene dieser Kreise stehen dergestallt mit einander in Verbindung, daß keiner ohne den andern erklärt werden kann. Unterdessen wird sich doch ihre Beschreibung nach folgender Abtheilung am schicklichsten ordnen laßen, nachdem sich selbige vornemlich auf drey Haupt- oder größte Kreise beziehen.

Diejenigen Kreise und Puncte, welche sich auf den Horizont beziehen. Fig. 40.

§. 82.

Der Horizont, Gesichtskreis, ist ein größter Kreis, welcher die uns sichtbare und unsichtbare Halbkugel des Himmels von einander scheidet. Wenn wir uns auf einem ebenen Felde oder auf der See allenthalben frey umsehen können, so zeigt sich da, wo der Himmel um uns herum hinter der Erdoberfläche zu gehen scheint, der Gesichtskreis. Dies ist alsdann eigentlich der scheinbare oder Meer-Horizont, deßen Fläche sich vom Standpunct des Beobachters waagerecht bis an die Himmelskugel ausbreitet. Die Fläche des wahren Horizonts geht vom Mittelpunct der Erde mit dem scheinbaren parallel eben dahin; beyde sind aber wegen der großen Entfernung der Himmelskörper für eins zu halten, so daß wir auf einmal, wenn uns keine nahe oder entlegene erhabene Gegenstände hindern 180° oder die völlige Halbkugel des Himmels übersehen. Daher auch allemal von allen größten Kreisen die Hälfte übern Horizont steht. Wenn die Himmelskörper über den Horizont kommen, so gehen sie auf und werden uns sichtbar, und wenn sie sich unter demselben verbergen, so gehen sie unter und werden für uns unsichtbar. In der Figur ist HZRN ein Durchschnitt der Himmelskugel nach einem größten Kreise HCR der halbe Kreis des Horizonts, HZR der sichtbare, HNR der unsichtbare Theil des Himmels.

§. 83.

§. 83. Zenith und Nadir, Scheitel und Fußpunct. Der erste befindet sich senkrecht über unsern Standort in Z und ist von allen Puncten des Himmels der höchste oder vom Horizont am weitesten, nemlich überall 90° entfernt. Der andere ist in der unsichtbaren Halbkugel dem Scheitelpunct gerade gegen über in N anzutreffen. Beyde Puncte sind übrigens die Pole des Horizonts, und die gerade Linie ZN ihre Axe.

§. 84. Vertical oder Scheitelkreise. So heißen Bögen größter Kreise von 90° oder Quadranten. ZH, ZB, ZD, welche man sich vom Zenith Z aus senkrecht nach allen Puncten des Horizonts hinunter gezogen vorstellt, und auf welchem die Höhe der Sterne vom Horizont an gerechnet wird. Im Horizont hat ein Stern keine; im Zenith seine größte mögliche Höhe von 90°. Der Bogen BS ist die Höhe des Sterns S über den Horizont.

§. 85. Almucanthatats, Höhen-Circul. Sind kleinere Kreise der Sphäre, wie AE, FG, welche über einander, mit dem Horizont parallel gezogen werden, und folglich gegen den Scheitelpunct herauf immer kleiner werden. Sie schneiden, indem sie durch einen Stern gehen, auf dem Vertical-Kreis seine Höhe ab, wie FG für den Stern S und zeigen für jeden Augenblick alle Sterne an, die eine gleiche Höhe haben, wie S und T.

§. 86. *Plagis Mundi*, Weltgegenden. So heißen vornemlich die vier Hauptabtheilungen des Gesichtskreises nach den Tageszeiten, oder nach den Winden, welche folglich 90° von einander liegen.

Doch werden nicht allein diese Puncte am Horizont, sondern die zwischen denselben und dem Zenith stehende Verticalkreise hiernach benennt. Die Sonne steht alle Morgen um 6 Uhr genau in Morgen oder Osten, und alle Abend um 6 Uhr genau in Abend oder Westen, sie mag alsdenn wie im Sommer über, oder wie im Winter unter dem Horizont seyn. Des Mittags um 12 Uhr zeigt die Sonne durchs ganze Jahr den Punct und Verticalkreis Mittag oder Süden an, welchem gerade gegen über Mitternacht oder Norden ist, worin die Sonne um 12 Uhr des Nachts unter dem Horizont steht. Hat man die Sonne des Mittags in Süden gerade vor sich, so ist zur rechten Westen, zur linken Osten und hintern Rücken Norden. Ein Compaß zeigt auch diese Weltgegenden zu aller Zeit beyläufig, weil die Magnetnadel beynahe nach Norden weiset, und genau, wenn deßen Abweichung bekannt ist. Zwischen den 4 Hauptgegenden liegen 4 Nebengegenden: Als zwischen Norden und Osten: Nordost; zwischen Osten und Süden: Südost; zwischen Süden und Westen: Südwest; zwischen Westen und Norden: Nordwest. Zwischen diesen 8 kommen noch 24 Nebengegenden vor, so daß in der Schiffahrt, wo dies besonders nöthig ist, der Kreis des Horizonts in 32 Theile abgetheilt wird, deren Namen daselbst vorkommen werden. Die Himmelskörper gehen vom Punct Norden an nach Osten herum bis nach Süden am Horizont auf, und vom Südpunct nach Westen herum bis zum Nordpunct unter.

§. 87. *Amplitudo ortiva et occidua*, die Morgen und Abendweite; heißt ein Bogen am Horizont nach Norden oder Süden zwischen den eigentlichen Ost oder Westpunct, und demjenigen wo die Himmelskörper auf oder untergehen. So wäre, wenn ein Stern in D unterginge CD seine Abendweite oder seine Entfernung am Horizont von den Westpunct C nach Süden.

§. 88. Azimuth. So wird der Winkel am Zenith zwischen einem gewißen westlichen oder östlichen Verticalkreise, und demjenigen der genau nach Süden oder Mittag gehet, genennt; deßen Maaß sich an dem zwischen beyden am Horizont liegenden Bogen ergiebt. Es sey ZH der Verticalkreis gegen Süden, so wäre das Azimuth des Sterns S der Winkel n oder der Bogen HB, nach Westen, wenn C den Westpunct vorstellt.

§. 89. Dämmerungscircul; Ist ein kleinerer Kreis da, welcher in einer Tiefe von 18° unter dem Horizont und mit demselben parallel liegt. Wenn die Sonne vor ihren Aufgang des Morgens und nach ihren Untergang des Abends diesen Kreis erreicht, so fängt die Morgendämmerung an, und hört die Abenddämmerung auf, wovon er den Namen hat.

§. 90. Wenn der Standort eines Beobachters sich auf der Erde von Norden nach Süden merklich ändert, so rückt der Gesichtskreis, folglich auch deßen Pole, nemlich Zenith und Nadir, imgleichen die Scheitel und Höhenkreise in andern Puncten der Himmelskugel. Die Weltgegenden bleiben nach

 der-

derselben Richtung hinaus, allein die Sonne steht da wo sie die vier Tageszeiten anzeigt höher oder niedriger. Die Abend und Morgenweite wird bey einem jeden Sterne nebst Sonne und Mond größer oder kleiner. Der Azimuthalwinkel fällt für eine gleiche Zeit anders aus, und der Dämmerungscircul zieht sich durch andere Puncte des Himmels. Geschieht die Veränderung des Ortes aber gerade nach Osten und Westen, so behalten alle diese Kreise und Puncte eine unverrückte Lage gegen die scheinbare unbewegliche Himmelskugel.

Diejenigen Kreise und Puncte, welche sich auf den Aequator beziehen, fig. 41.

§. 91.

Die Himmelskugel scheint sich in 24 Stunden von Morgen gegen Abend um die Erde herum zu drehen. Die beyden Puncte um welche diese Umwälzung geschieht, heißen die Weltpole. Der eine steht nach Norden und der andere nach Süden. Wir haben in unsern Ländern den Nordpol übern Horizont in dem Verticalkreis welcher genau nach Norden geht, in einer Höhe von einigen 50°. Der Südpol ist um eben so viel unter unsern Horizont in Süden verborgen. In der Figur ist HR der Horizont, N der Nord und S der Südpol.

§. 92. Weltaxe, heißt die gerade Linie NS von einem Weltpol zum andern.

§. 93. Der Aequator. Gleicher, die Mittellinie. Ist derjenige größte Kreis der Himmelskugel,

kugel, welcher 90° von den Weltpolen, die zugleich seine Pole sind, und also gerade zwischen beyden beschrieben wird. Er theilt die Himmelskugel in die Nördliche und Südliche Hälfte ab. Wenn die Sonne zweymal im Jahr, nemlich am 21sten März und 23sten September diesen Kreis erreicht, so ist auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang, daher er seinen Namen hat. Weil der Nordpol bey uns übern Horizont erhaben ist, und beständig auf einer Stelle bleibt, so hat der halbe Kreis des Aequators eine unverrückte Lage schräge nach Süden hin, da er den Horizont genau im Ost und Westpunct berührt. Seine Grade werden vom Abend gegen Morgen herum in einem fortgezählt. In der Figur stellt HWR die westliche Hälfte des Horizonts, und AWE des Aequators vor. In W ist der Westpunct, demnach H der Süd- und R der Nordpunct am Horizont.

§. 94. Der Meridian, Mittagscircul. Ist für einen jeden Ort der Erde, derjenige größte Kreis welcher die Himmelskugel in die Westliche und Oestliche Hälfte abtheilt, den Aequator senkrecht durchschneidet, durch beyde Pole imgleichen den Scheitel und Fußpunct gehet. Es ist in der Figur HZRN der Mittagskreis. Der Theil deßelben ZH ist bisher der Südliche und ZR der Nordliche Verticalkreis genennt worden. Wenn die Himmelskörper in ihren täglichen Umlauf den Meridian erreichen, so sind sie gerade in der Mitte ihres Weges vom Auf- bis Untergang und haben ihren höchsten Stand über den Horizont erreicht. Die Sonne steht um 12 Uhr

Uhr des Mittags im Meridian, und daher hat er den Namen. Durch den Mittag gehen, heißt: culminiren.

§. 95. Tagescircul, heißen diejenigen Kreise welche die Himmelskörper in 24 Stunden mit dem Aequator parallel zu beschreiben scheinen, wie gh und nm, und sind daher kleinere Kreise der Sphäre, deren Größe gegen die Pole hin nach und nach abnimmt, daher die Bewegung daselbst immer langsamer, im Aequator als den größten Tagescircul aber am schnellsten beobachtet wird. Vornemlich aber führt der über den Horizont stehende Theil dieser Kreise, wovon no und gp Hälften sind, diesen Namen, welchen die Himmelskörper vom Auf- bis Untergange beschreiben. Vom Aequator ist allemal die Hälfte über dem Horizont, daher sind die daselbst stehenden Gestirne 12 Stunden sichtbar. Weil der Nordpol bey uns über dem Horizont erhaben ist, so ist von den Tagescirculn Nordwärts übern Aequator mehr; und von den südwärts unter demselben liegenden, weniger als die Hälfte über den Gesichtskreis; wie sich aus der Figur abnehmen läßt. Die Nordlichen bleiben endlich völlig über, und die Südlichen völlig unter dem Horizont.

§. 96. Die Tropici, Wendecircul: Sind zwey kleinere Circul der Sphäre auf beyden Seiten des Aequators, in einer Entfernung von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ parallel gezogen. Sie schließen den Raum ein, innerhalb welchen sich beständig die Sonne aufhält. Der Nordliche gh heißt der Wendecircul des Krebses, wel-

welchen die Sonne am längsten, und der Südliche um der Wendecircul des Steinbocks, welchen die Sonne am kürzesten Tage beschreibt. Beyde sind demnach Tagescircul der Sonne für die bemerkte Zeit, nach welcher sie sich wieder zum Aequator wendet, woher der Name Wendecircul entstanden ist.

§. 97. Polarcircul. Sind zwey kleinere Circul, welche um die Weltpole in einem Abstande von $23\frac{1}{2}°$ folglich mit dem Aequator und Wendecirculn parallel gezogen werden und sodann durch die Pole der Sonnenbahn gehen. In der Figur ist cad die Hälfte des nordlichen, und ebf die Hälfte des südlichen Polarcirculs.

§. 98. Die Coluren: Sind zwey größte Circul, eigentlich zwey Meridiane, welche durch die Weltpole unter rechte Winkel gehen, und da wo sie den Aequator und die Sonnenbahn durchschneiden die Puncte bezeichnen, wo sich die Sonne zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche (Aequinoctium) im März und September, und der Sommer und Wintersonnenwenden (Solstitium) im Junii und December, befindet.

§. 99. Der erste Punct des Widders: heißt der Punct des Aequators von welchen man anfängt die Grade deßelben von Abend gegen Morgen zu zählen, und wo zugleich die Sonnenbahn, den Aequator, zum erstenmal durchschneidet.

§. 100. *Ascensio recta*, gerade Aufsteigung. Heißt ein jeder Bogen des Aequators vom ersten Punct des Widders an gegen Morgen gerechnet.

Die

Die gerade Auffsteigung der Sonne oder eines Sterns, ist auch der Punct des Aequators welcher mit ihnen zugleich im Meridian steht. Dahingegen:

§. 101. *Ascensio* und *Descensio obliqua* die schiefe Auf- und Niedersteigung derjenige Punct des Aequators ist, welcher mit einem Stern der Sonne rc. zugleich auf- oder untergeht.

§. 102. *Declinatio*, Abweichung. Heißt der Abstand eines Himmelskörpers vom Aequator nach Norden oder Süden, in einen durch die Weltpole auf dem Aequator senkrecht gezogenen größten Kreis oder Meridian gerechnet. Die Abweichung wird vom Aequator an bis zum Pol also bis zu 90° gerechnet. Die gerade Auffsteigung wird nicht allein im Aequator, sondern auch an den zwischen den Meridian oder Abweichungkreis der durch den ersten Punct des Widders geht und einen jeden andern Meridian, Nord- und Südwärts vom Aequator liegenden Bogen gerechnet.

§. 103. Stundenwinkel: Ist ein Bogen des Aequators in Zeit verwandelt, nachdem nemlich alle 360° deßelben in 24 Stunden herumkommen, welcher sich zugleich am Weltpol zwischen zween Meridianen ergiebt.

§. 104. Bey dem veränderten Standort eines Menschen nach Norden oder Süden leidet die Höhe des Pols, die Lage der Weltaxe, des Aequators, der Tagescircul und ihrer Größe, der Tropici und Polarcircul gegen seinen Horizont eine gemeinschaftliche Veränderung, auch fällt die schiefe Auf- und Niedersteigung in andere Puncte des Aequators. Begiebt

er

er sich nach Westen oder Osten, so erhält er auch andere Meridiane; die übrigen Bögen und Puncte sind bey beyden Ortsveränderungen beständig.

Diejenigen Kreise und Puncte, welche sich auf die Ecliptik beziehen, fig. 41.

§. 105.

Die Ecliptik, Sonnenbahn: Ist derjenige größte Kreis der Himmelskugel, in welchen sich die Sonne in einem Jahr von Abend gegen Morgen zu bewegen scheint. Er hat seinen Namen von *Eclipsis*, Finsterniß erhalten, weil die Sonnen- und Mondfinsterniße nur in seiner Nachbarschaft vorfallen. Diese Sonnenbahn durchschneidet den Aequator in zween einander gegen über stehenden Puncten, unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ so daß der um diese Weite vom Aequator entlegenste Punct der nordlichen Hälfte den Krebs, und der Südliche, den Steinbockswendecircul berührt. In Figur 41. ist r♈ts der halbe Kreis der Ecliptik, welche in t den Steinbockswendecircul berührt und in ♈ den Aequator durchschneidet. Die Ecliptik wird in 12 Zeichen und jedes besonders in 30° abgetheilt. Ihre Namen und Bezeichnungen sind: Widder ♈; Stier ♉; Zwillinge ♊; Krebs ♋; Löwe ♌; Jungfrau ♍; Waage ♎; Scorpion ♏; Schütze ♐; Steinbock ♑; Wassermann ♒; Fische ♓. Diese Benennungen sind von gewißen Sternfiguren hergenommen, welche ehedem die Stellen dieser Abtheilungen einnahmen. Im folgen-

genden wird der scheinbare jährliche Lauf der Sonne durch diese Zeichen beschrieben. Noch ist anzumerken, daß von der Ecliptik beständig der halbe Theil über den Horizont, obgleich in verschiedenen Stellungen sichtbar ist.

§. 106. Die Pole der Ecliptik. Da die Ecliptik den Aequator unter einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ durchschneidet, so muß sie auch ihre besondere Pole haben, welche in einer Weite, die dieser Neigung gleich ist von den Weltpolen abstehen und sich in 24 Stunden um dieselben herum drehen. Aus dieser Bewegung der Pole der Ecliptik entsteht mittlerweile die veränderliche Lage dieses Kreises über dem Horizont (§. 105). Der Nordpol der Ecliptik ist uns beständig sichtbar, der südliche aber nie.

§. 107. *Zodiacus*, der Thierkreis. Zu beyden Seiten der Sonnenbahn werden in einer Entfernung von 10° zwey Circul mit derselben parallel gezogen, die den Raum einschließen, innerhalb welchen sich der Mond und alle Planeten beständig aufhalten, da diese nicht der Sonnenbahn folgen, und einige beynahe bis zu dem gedachten Abstande davon abweichen. Die hieraus entstehende Zone am Himmel von 20° Breite, heißt der Thierkreis nach ihrer mit der Ecliptik gemeinschaftlichen Abtheilung in 12 Zeichen, die mehrentheils nach thierischen Figuren benennt sind.

§. 108. Länge: Heißt ein jeder Bogen der Ecliptik vom ersten Punct des Widders an gegen Morgen gerechnet. Sie wird aber nicht wie beym Aequator in einem fort in Graden, sondern nach

den

den Zeichen und Graden der Ecliptik besonders gezählt.

§. 109. Breite. So wird der Abstand eines Sterns von der Ecliptik gegen Norden oder Süden genennt, an den von ihren Polen senkrecht herunter gezogenen Kreisen gerechnet, die daher Breitenkreise heißen. Von der Ecliptik bis zu ihren Polen wird die Breite folglich von 0 bis 90° gezählt. Die Länge wird auch nicht allein in der Ecliptik selbst, sondern nord und südwärts derselben an einen zwischen den Breitenkreis der durch den ersten Punct des Widders geht, und einem jeden andern liegenden Bogen gerechnet. Länge und Breite sind das in Ansehung der Ecliptik, was gerade Aufsteigung und Abweichung in Ansehung des Aequators sind.

§. 110. Knoten, der Mond, Planeten und Kometenbahnen. Heißen die zwey Puncte, in welchen die Bahnen dieser Himmelskörper die Ecliptik an der scheinbaren Himmelskugel durchschneiden, folglich in der Ecliptik stehen und keine Breite haben. Oder der gemeinschaftliche Durchschnitt der Flächen ihrer Bahnen und der Fläche der Ecliptik im Weltraum zeigt den Ort beyder Knoten an der Himmelskugel an, welche einander gerade gegen über stehen.

§. 111. *Obliquitas Eclipticae.* Schiefe der Ecliptik. Heißt die Neigung oder der Winkel von $23\frac{1}{2}°$ unter welchen die Ecliptik mit den Thierkreis den Aequator durchschneidet.

§. 112. Bey einem veränderten Stande des Beobachters auf der Erde nach Norden oder Süden wird die Lage der Ecliptik und des Thierkreises gegen den Horizont verändert, auch kommen die Pole der Ecliptik höher oder niedriger gegen demselben. Begiebt sich aber ein Mensch nach Osten oder Westen, so behalten diese Kreise ihre Stellung. Die übrigen Puncte und Bögen sind beständig.

Nachweisung der vorhin beschriebenen eingebildeten Kreise und Puncte, auf einer künstlichen Himmelskugel, (Globus) Ringkugel, (Sphaera armillaris) ꝛc.

§. 113.

Bey der von §. 82. bis 112. gegebenen Erklärung der an der scheinbaren Himmelskugel vorkommenden Kreisen und Puncten, ist es sehr nöthig zu einer beßern Vorstellung derselben einen Globus mit zu Hülfe zu nehmen. Dieser bildet den Himmel im Kleinen verhältnißmäßig ab, weil alle Kreise deßelben darauf in eben der Lage verzeichnet und die Sterne in ihrer Beziehung auf einige dieser Kreise richtig aufgetragen worden. Der Zuschauer wird aber bey den Globen wieder die Wahrheit außerhalb der Himmelskugel gesetzt, woraus eine umgewendete Lage der Sterne gegen einander auf ihrer Oberfläche entsteht.

§. 114. Stellt man sich das Auge im Mittelpunct des Globi vor, wenn derselbe mit der Polhöhe des Orts der Beobachtung und den Weltgegen-

den übereinstimmend gestellt ist, so kommen die Flächen der größten Kreise dieser kleinen Kugel mit den Flächen dieser Kreise im Weltraum zusammen; oder die Flächen der erstern werden bis an die scheinbare Himmelskugel hinaus erweitert, an derselben die Richtung der letztern daselbst anzeigen, weil der Mittelpunct des Globi überall auf der Erde mit dem Mittelpunct der scheinbaren Himmelskugel übereinkommt (§. 73.). Die Flächen der kleinern Kreise des Globi hingegen, liegen mit den Flächen dieser Kreise am Himmel parallel (§. 40.).

§. 115. Eben dieses läßt sich von den Kreisen der Sphära armillaris oder durchbrochenen Ringkugel bemerken, welche blos aus den vornehmsten derselben die am Himmel vorkommen, von Holz, Pappe oder Meßing verfertigt, zusammengesetzt ist, und daher ihre sinnliche Vorstellung ungemein befördert. Gewöhnlich zeigt diese künstliche Sphäre sechs große und vier kleinere Kreise. Nemlich: den Horizont welchen das Gestelle trägt, den Meridian, den Aequator, die Ecliptik vom Thierkreis eingeschlossen, und die beyden Coluren; dann: die beyden Wende- und Polarcircul. Aus den 8 letztern besteht eigentlich die Ringkugel, welche sich innerhalb dem Horizont und Meridian herumdrehen läßt, auch noch um den Nordpol einen kleinen Stundenkreis hat. In der Mitte wird an ihrer Axe eine kleine Erdkugel aufgestellt, und ein Quadrant von Blech, der inwendig vom Nordpol der Ecliptik herunter geht und beweglich ist, zeigt durch das an seinem Ende befestigte Sonnenbild den jährlichen

Umlauf der Sonne in der Ecliptik; es kommt auch zuweilen noch der Mond vor.

§. 116. Bey den Globen wird der Horizont ziemlich breit gemacht und ruht auf dem Gestelle. Es zeigt sich auf denselben außer den Weltgegenden nach den Winden, ein Calender, welcher den Ort der Sonne für einen jeden Tag angiebt. Zenith und Nadir sind allemal die höchsten und tiefsten Puncte auf der Kugel. Die Verticalkreise werden durch einen meßingenen Quadranten vorgestellt, welcher beym Zenith am Meridian angeschraubt; sich aber doch auf jeden Punct des Horizonts schieben läßt, und so die Stelle aller möglichen vertritt. Die Höhencircul kommen eigentlich nicht vor, laßen sich aber durch den allgemeinen meßingenen Verticalkreis eben so wie das Azimuth erklären. Die Abend- und Morgenweite findet sich am Horizont der Kugel und der Dämmerungscircul läßt sich leicht vorstellen. Die Weltpole zeigen sich deutlich auf der Kugel, ihre Axe geht mitten durch dieselbe. Der Aequator ist bald zu unterscheiden. Den Meridian stellt der in den Horizont senkrecht eingelaßene meßingene Kreis vor, innerhalb welchen sich die Kugel um ihre Axe drehen läßt. Er dient statt aller übrigen die man sich durch einen jeden Punct des Aequators gezogen vorstellt, so bald dieser Punct unter ihm gestellt wird. Die Tagescircul muß man sich als Parallelkreise des Aequators gedenken. Die beyden Wende- und Polarcircul aber sind abgebildet. Die beyden Colur-Meridiane zeigen sich gleichfalls auf der Kugel, da alle übrige

übrige fehlen. Der erste Punct des Widders ist leicht zu finden. Die gerade Aufsteigung wird am Aequator oder seinen Parallelen und die Abweichung am Meridian abgezählt. Den Stundenwinkel zeigt der an der Axe beym Nordpol angebrachte Stundenkreis. Die Ecliptik macht sich in ihrer schiefen Lage gegen den Aequator leicht kenntlich und eben so ihre Pole gegen die Weltpole. Der Thierkreis läßt sich in den Raum von 10° zu beyden Seiten der Ecliptik leicht vorstellen. Die Länge wird in der Ecliptik oder in ihren gezogenen Parallelkreisen und die Breite an den gleichfalls gezogenen Breitenkreisen, die alle durch die Pole der Ecliptik gehen, gerechnet. Die Knoten der Mond und Planetenbahnen sind für einen jeden vorkommenden Fall in der Ecliptik zu finden.

§. 117. Ob und wie sich die Lage dieser Kreise und Puncte bey einer andern Polhöhe, das heißt, bey einem veränderten Stande des Beobachters nach Norden oder Süden verändert, läßt sich an dergleichen künstlichen Himmelskugeln und Sphären leicht zeigen. Von den Aufgaben welche sich daran auflösen laßen, werden in der Folge die vornehmsten vorkommen.

§. 118. An den Hohlkugeln und Sternkegeln, welche den Himmel an der inwendigen Fläche zweyer Halbkugeln oder zweyer stumpfer Kegel vorstellen, imgleichen auf den platten Himmelscharten, welche entweder den ganzen Himmel in zween Scheiben, Planisphären einschließen, oder nur einzelne Theile deßelben abbilden, kommen viele der vorigen Kreise

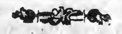
und Puncte gleichfalls vor, deren Stellung und Anwendung zu zeigen ist.

Der scheinbare jährliche Lauf der Sonne in der Ecliptik. Fig. 42.

§. 119.

Dies ist die weitere Ausführung des 105 §. Es sey ♈♎♈ der Umkreis des Aequators in einer geraden Linie vorgestellt, so wird die Ecliptik in die Lage ♈♋♎♑♈ erscheinen; BA ist der Krebs- und DC der Steinbockswendecircul, zwischen welchen die Ecliptik eingeschloßen ist. Zu beyden Seiten derselben sind auf 10° Abstand, die Gränzen für den Thierkreis gezogen. Die Sonne durchläuft den Kreis ihrer Bahn in einem Jahr oder 365 Tagen von Abend gegen Morgen nach der Ordnung wie die Zeichen auf einander folgen, und legt daher täglich beynahe einen Grad zurück. Am 21sten März ist sie im ersten Punkt des ♈, (zwischen B und D) wo die Ecliptik den Aequator zum erstenmal berührt und alsdann ist das Frühlings-Aequinoctium oder Tag und Nacht überall auf der Erde gleich lang. Von hier steigt die Sonne in den Frühlingsmonaten durch die Zeichen ♈♉ und ♊ über den Aequator nach und nach gegen Norden herauf, da die Tage bey uns länger werden. Am 21sten Junii erreicht sie den ersten Punct des ♋ und ist am weitesten vom Aequator, nemlich $23\frac{1}{2}°$ nach Norden entfernt; alsdann ist in den nordlichen Ländern der längste Tag und das Sommer-

mersolstitium oder die Sommersonnenwende, wo die Sonne zugleich den Krebswendecircul berührt. Von hier geht die Sonne in den Sommermonaten durch die Zeichen ♋ ♌ ♍ und nähert sich wieder dem Aequator. Am 23sten September erreicht sie diesen Kreis im ersten Punct der ♎ und macht abermal auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang, welches das Herbst-Aequinoctium heißt. Sie rückt von da durch ♎ ♏ ♐ in den Herbstmonaten fort, bis sie am 21sten December den ersten Punct des ♑ erreicht, den Wendecircul des Steinbocks berührt und ihren größten Abstand vom Aequator nach Süden von $23\frac{1}{2}°$ erreicht, welches das Wintersolstitium oder die Wintersonnenwende heißt, da bey uns der kürzste Tag einfällt. Vom ♑ läuft die Sonne wieder gegen den Aequator durch die Zeichen ♑ ♒ ♓ in den Wintermonaten herauf, bis sie den 21sten März den ersten Punct des ♈ erreicht und damit ihren jährlichen Umlauf vollendet hat.



Dritter Abschnitt.

Vom Ursprung der Sternbilder, ihre Beschreibung, Hülfsmittel sie kennen zu lernen, Gebrauch der Himmelskugeln ꝛc.

Ursprung der Sternbilder.

§. 120.

Es ist gewiß, daß die fleißigen Beobachtungen jener lichten Körper am Sterngewölbe, bereits bald nach der Bevölkerung der Erde eine Beschäftigung der Menschen geworden seyn müßen, weil eines theils der Anblick des Himmelslaufes eine gewisse Neubegierde zu erregen fähig ist, und dann weil sich bey einem geringen Nachdenken zugleich zeigte, daß nur an den beständigen und gleichförmigen Fortrückungen der Himmelskörper, eine richtige Abtheilung der Zeit, dieses schon damals wichtige Bedürfniß der menschlichen Gesellschaft zu erlernen sey.

§. 121. Der einmalige Umschwung der ganzen Himmelskugel wurde daher zur Dauer eines Tages und deßen Abtheilungen bestimmt; der Lauf des Mondes und deßen periodisch abwechselnde Lichtgestalten, gab die Monate und Wochen, und die mehr als zwölfmal längere Wiederkehr der Sonne

ne zu einem nemlichen Punct des Himmels, maaß die Länge eines Jahres.

§. 122. Um aber dieses bestimmen zu können mußten vorher nothwendig die Fixsterne und vornemlich diejenigen durch welche Sonne und Mond ihren Weg nehmen bekannt seyn, weil sich die Dauer ihres Umlaufes damals nur durch den Augenschein an ihrer Rückkehr zu einem und demselben Fixstern welchen man für unbeweglich halten konnte, abnehmen ließ.

§. 123. Daher erfanden die Alten das dem Gedächtniß zur Kenntniß der Sterne sehr bequeme Hülfsmittel, sich in der Stellung einiger nicht weit von einander stehender Sterne, gewiße menschliche thierische rc. Gestalten zu gedenken, auch den vornehmsten Sternen besondere Namen beyzulegen und dies gab den sogenannten Sternbildern oder Gestirnen den Ursprung.

§. 124. Der bemerkte Auf- oder Untergang eines bekannten Gestirns oder einzelnen Sterns mit der Sonne auch deßen Verschwindung oder Erscheinung in der Abend- und Morgendämmerung rc. diente alsdann in den damaligen Weltalter einem jeden, die Zeit des Jahres und damit die darin vorzunehmende Beschäftigungen des Ackerbaues, der Viehzucht rc. anzuweisen, und die erste Erblickung des Mondes nach dem neuen Lichte kündigte den Anfang eines neuen Monats und die Feyer Gott geheiligter Tage an.

§. 125. Die eigentliche Zeit des Ursprungs der Gestirne verliert sich in dem entferntesten Alterthum,

 doch

doch wißen wir noch aus der Geschichte von den alten Chaldäern, Babyloniern und Aegyptiern, viele derselben herzuleiten. Die erstern Völker sind schon bey den Alten als fleißige Himmelsforscher berühmt. Sie bewohnten die weiten Ebenen von Sinear um Babylon herum, und da sie wegen der Hitze ihres Landes bey ihrer gewöhnlichen Beschäftigung der Viehzucht, oftmals die Nacht unter freyem Himmel zubrachten, auch ihre Reisen zu der Zeit vornahmen, so gab der Anblick des bey ihnen selten bewölkten gestirnten Himmels, vielfältige Gelegenheit den Lauf der Gestirne nachzudenken und sich solche unter gewiße Figuren auszuzeichnen. Bey den Aegyptiern wurde die Sternkunde zugleich von den zur Verwaltung des Gottesdienstes bestellten Personen getrieben, welche denn ihre Gottheiten imgleichen Thiere die bey ihnen in besondern Würden standen unter die Sterne versetzten.

§. 126. Die Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen jedes zu 30° hat ein hohes Alterthum und die Sterne dieses Gürtels sind ohnfehlbar zuerst in Bilder gebracht. Es läßt sich noch aus der Wahl derselben erkennen, daß jene alten Völker den Raum worin die Sonne einen Monat verweilte, oder ein jedes Zeichen, einer gewißen Gottheit unter ihrer eingeführten bildlichen mehrentheils von einem Thiere hergenommenen Vorstellung (Hieroglyph) zugeeignet, dabey aber auch auf die Beschaffenheit der Jahrszeiten und Verrichtungen des Feldbaues in denselben Rücksicht genommen haben.

§. 127.

§. 127. Nachher waren vornemlich die Griechen beschäftigt neue Sternbilder hinzuzufügen, auch die bereits eingeführten nach ihren fabelhaften Götter- und Heldengeschichten oder den bey ihnen vorgefallenen Begebenheiten umzudeuten, wie denn auch die Planeten von den Göttern der Griechen und Römer ihre Namen erhielten. Die durch ihren Handel berühmten Phönizier und in den folgenden Zeiten die Araber, haben sich gleichfalls unter den Alten auf die Sternkenntniß gelegt.

Anmerk. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, wird an gehörigen Orten der fabelhafte Ursprung eines jeden Sternbildes nach den Erdichtungen der Aegyptier, Griechen und Römer kürzlich angezeigt.

§. 128. So entstunden am Sterngewölbe die Bilder von großen Helden, Göttern, Königen, Thieren, Schlangen, Flüssen, Kronen ꝛc. nach Erdichtungen oder wahren Geschichten, deren Andenken die Alten der Vergeßenheit ihrer Nachwelt entreißen wollten, welcher Zweck aber nicht durchaus erreicht worden. Unterdeßen mischte sich bald hiebey in einem noch rohem Zeitalter der Aberglaube mit ein, und legte den anfangs willkührlich eingeführten Sternfiguren nach den Stand der Sonne und der Planeten in oder gegen dieselben, Bedeutungen bey, woraus endlich ein sehr unedler Mißbrauch dieser großen Werke Gottes, nemlich aus dem Stand der Gestirne die zufälligen und moralischen Begebenheiten der Welt und des Menschen zu berechnen, oder die wahrsagende Astrologie erwuchs.

§. 129. Eine aufgeklärtere Vernunft lehrt uns in der neuern Sternkunde eine beßere Anwendung des Himmelslaufes, und wir brauchen die Sternbilder blos, weil sie die Kenntniß der Sterne befördert, welche zu richtigen Begriffen von dem Lauf der Sonne und Planeten und damit zur Erkenntniß des wahren Weltbaues führt, auch Liebhabern auf eine unterhaltende Art den prächtigen Schauplatz des gestirnten Himmels zu beobachten Gelegenheit darbietet.

§. 130. Das Sterngewölbe wird unterdeßen dadurch nicht verunehrt, wenn wir noch jetzt an demselben uns jene alten heidnischen Bilder vorstellen, wie einige der neuern Astronomen glaubten, welche in einem frommen Wahn, lieber die Heiligen der Bibel und der Kirche, oder die ganze Wapenkunst unter den Gestirnen sehen mögten. Und wenn auch diese zum Mißverstande der ganzen alten Astronomie gereichende Neuerung eingeführt werden sollte so würde sich dabey eben so wenig Aehnlichkeit unter den Stellungen gewißer Sterne und den davon gemachten Figuren, als bey den alten Bildern zeigen.

Von den Sternverzeichnißen.

§. 131.

Erst lange nach der Abtheilung der Sterne in Bilder von Menschen, Thieren rc. wagten es die alten Astronomen, eine, anfangs für unmöglich gehaltene Zählung der Sterne am Himmel vorzuneh-

nehmen, in einem jeden Bilde wenigstens die vornehmsten zu bemerken, ihre Stellung gegen einen von den eingeführten Kreisen der Himmelskugel, vornemlich gegen dem Aequator, also der geraden Aufsteigung und Abweichung nach, in Verzeichniße zu bringen. Dieses kühne Unternehmen setzte schon genauere Beobachtungen mit guten Instrumenten voraus, die man von den ersten Erfindern der Sternbilder nicht erwarten konnte.

§. 132. Hipparch ein griechischer Sternkundiger war etwa 150 Jahr vor Christi Geburt der erste, welcher aus ältern und eigenen Wahrnehmungen ein Verzeichniß der geraden Aufsteigung und Abweichung der kenntlichsten Sterne zusammenbrachte, wozu ihm ein zu seiner Zeit neu erschienener Stern veranlaßt haben soll. Dieses älteste Sternverzeichniß hat uns Ptolemeus ein ägyptischer Astronom welcher etwa 130 Jahr nach Christo lebte, in seinem astronomischen Werke aufbehalten, und mit eigenen Beobachtungen vermehrt auf das Jahr 137 der christlichen Zeitrechnung gestellt. Es enthält 1022 Sterne nach ihren scheinbaren Größen in den 48 Sternbildern vertheilt, welche schon den Alten bekannt waren. Zwischen diesen Bildern aber blieben noch hin und wieder gestirnte Räume am Himmel übrig, welche die Astronomen der folgenden Zeiten mit neuen Sternfiguren ausgefüllt haben.

§. 133. Nach dem Ptolemeus sind verschiedene Sternkundige bemüht gewesen jenes alte und sehr unvollkommene Sternverzeichniß durch genauere

Beob-

Beobachtungen zu verbeßern. Tycho that dieses zu seiner Zeit und lieferte ein Verzeichniß von 777 der vornehmsten Sterne nach eigenen Wahrnehmungen, welchem Keppler 280 hinzufügte. Der Pater Ricciolus vermehrte hernach dies Kepplersche Verzeichniß. Halley beobachtete Ao. 1677 auf der Insel Helena gegen 400 Sterne am südlichen Himmel. Aus diesen verbeßerten Verzeichnißen und eigenen mit genauen Instrumenten angestellten Beobachtungen, brachten endlich Hevel zu Danzig nahe an 1900, und Flamstead zu Grenwich an 3000 Sterne zusammen. Doch sind die Astronomen noch immer bedacht, die sich auch bey diesen letztern Verzeichnißen noch findenden Unrichtigkeiten durch neue Beobachtungen abzuhelfen. Le Monnier, de la Caille, Zanotti, Mayer x. haben vornemlich die Zodiacalsterne zu berichtigen gesucht. Auch hät de la Caille besonders mit vieler Mühe, am Vorgebürge der guten Hoffnung bey 10000 südliche Sterne die alle vom Steinbockswendecircul eingeschloßen werden beobachtet, und viele davon nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung bestimmt.

Verzeichniß der 48 Sternbilder der Alten nach ihrer Lage am Himmel von Abend gegen Morgen.

Zwölf im Thierkreise.

§. 134.

Diese sind: der Widder, der Stier, die Zwillinge, der Krebs, der Löwe, die Jungfrau, die Waage,

Waage, der Scorpion, der Schütze, der Steinbock, der Waßermann, die Fische.

Ein und zwanzig Nordlich übern Thierkreise.

§. 135. Die Caßiopeja, die Andromeda, der nordliche Triangel, der Perseus mit Medusens Kopf, der Fuhrmann, der große Bär, der nordliche Drache, der Bootes oder Bärenhüter, die nordliche Krone, der kleine Bär, der Herkules, die Schlange des Ophiuchus, der Ophiuchus oder Schlangenträger, der Geyer mit der Leyer, der fliegende Adler, der Pfeil, der Schwan, der Delphin, das kleine Pferd, der Pegasus oder das Musenpferd, der Cepheus.

Funfzehn Südlich unterm Thierkreise.

§. 136 Der Wallfisch, der Eridanfluß, der Orion, der Haase, der große Hund, der kleine Hund, das Schiff des Argo, die große Waßerschlange, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, die südliche Krone, der südliche Fisch.

Verzeichniß der neuern Sternbilder.

§. 137.

Vor 200 Jahren wurden auf den Seereisen nach den südlichen Gegenden der Erde, aus vielen Sternen der mittägigen Halbkugel die den Alten in Griechenland nicht aufgingen, zwölf Sternbilder formirt, nemlich: die americanische Gans, der

Phö-

Phönix, die Wasserschlange, der Schwerdtfisch (Dorado), der fliegende Fisch, der Chameleon, die Fliege, der Paradiesvogel, der südliche Triangel, der Pfau, der Indianer, der Kranich.

§. 138. Tycho führte untern Adler den Antinous und westlich beym Bootes das Haupthaar der Berenice unter die Gestirne ein. Halley setzte die Eiche Carl II. gegen Süden beym Schiff, und Royer formirte unter andern die Taube und das Creutz am südlichen Himmel, ingleichen zeichnete er aus zween daselbst stehenden Haufen neblichter Sterne, die große und kleine Wolke. Beym Hevel findet sich noch: das Sobieskische Schild, Monoceros oder das Einhorn, das Cameelpard, der astronomische Sextant, die Jagdhunde, der kleine Löwe, der Lynx, (Luchs oder das Tiegerthier,) der Fuchs mit der Gans, die Eidexe, der kleine Triangel, Cerberus oder die dreyköpfigte Schlange.

§. 139. *De la Caille* fand endlich am südlichen Himmel noch Platz zu folgenden neuen Sternbildern wodurch er zugleich die neuern Erfindungen im Andenken erhalten wollte. Nemlich: die Bildhauer-Werkstatt, der chimische Ofen, die Pendul-Uhr, das rautenförmige Netz, der Grabstichel, die Staffeley, der See-Compaß, die Luftpumpe, der See-Octant nahe am Südpol, der Circul (das Instrument), das Lineal und Winkelmaaß, das Teleskop, das Mikroskop, der Tafelberg.

§. 140. Noch finden sich auf einigen Himmelscharten folgende neue oder veränderte Gestirne. Beym

Beym Widder kommt die Fliege oder auch die französische Lilie vor. Unterm Bootes steht der Berg Maenalus. Antinous erscheint zuweilen mit Pfeil und Bogen. Zwischen die Jagdhunde steht das Herz Carl II. Statt der Jagdhunde wird zuweilen der Jordan, und statt des Fuchses mit der Gans der Tigrisfluß; statt des Cerberus ein Zweig, des Hauptsaares der Berenice eine Korngarbe, und der Krone ein geflochtener Kranz ꝛc. vorgestellt. Auch ist auf den neuesten französischen Charten das Rennthier beym Nordpol abgebildet ꝛc.

§. 141. Diesen Verzeichnißen zufolge werden wir nunmehro nahe an 100 Sternbilder am Himmel haben. Unter welchen, vornemlich von denjenigen welche in Europa sichtbar sind, eine nähere Beschreibung ihrer eigentlichen figürlichen Vorstellung, Lage am Himmel, vornehmsten Sterne und Anzahl Sterne nach Flamstead, in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, 3te Auflage von Seite 59 bis 82 zu finden ist. In den monatlichen Anleitungen dieses Buchs wird auch gehörigen Orts die Anzahl und die verschiedene Größe der Sterne eines jeden Bildes nach Hevels Sternverzeichniß welches uns Doppelmayer in seinem astronomischen Atlas liefert, angezeigt. Dieses Verzeichniß enthält überhaupt 1876 Sterne in 75 Bilder vertheilt, wovon 1096 in der nördlichen und 774 in der südlichen Halbkugel stehen. Hierunter sind 18 Sterne von der ersten, 68 von der zweiten, 209 von der dritten und die übrigen von geringerer Größe.

Anzeige der merkwürdigsten Sterne am Himmel.

§. 142.

Den vornehmsten Sternen haben bereits die alten Astronomen eigene Namen beygelegt, als: Alamak (2) am Fuß und Mirach (2) am Gürtel der Andromeda. Aldebaran (1) das südliche Auge des Stiers, mit welchen 4 kenntliche Sterne in Figur eines V stehen, und die Hyaden genannt werden. Auch ist noch im Stier das Siebengestirn, Plejades, die Glucke, ein Haufen kleiner Sterne worunter der hellste Alcyone heißt merkwürdig. Algenib (2) an der Seite des Perseus, und Algol (2) am Medusenkopf. Im Pegasus sind 3 Sterne 2ter Größe welche Algenib, Markab und Scheat heißen. Alhajoth auch Capella (1) wird der helle Stern am Rücken des Fuhrmanns genannt. Alphard (1) das Herz der großen Wasserschlange. Antares (1) das Herz des Scorpions. Arcturus (1) am Saum des Bootes. Asellus boreus et austrinus sind zwey kleine Sterne bey der Krippe (einem Haufen neblichter Sterne) im Krebs. Athair (1) am Halse des Adlers. Azimech auch Spica die Kornähre (1) in der Jungfrau, an deren nördlichen Flügel Vindemiatrix (3) steht. Bellatrix (2) an der westlichen und Beteigeuze (1) an der östlichen Schulter des Orions, an deßen Fuß Rigel glänzet und 3 Sterne (2) am Gürtel den Namen Jacobsstab führen. Castor und Pollux zwey Sterne (2) an den Köpfen der Zwillinge. Deneb (2) am Schwanz des Schwans. Fomahant (1) am Maul

des

des südlichen Fisches. Gemma (2) der hellste in der nordlichen Krone. Menkar (2) am Rachen, und Deneb = Kaitos (2) am Schwanz des Wallfisches. Mesärthim (4) am Ohr des Widders. Der Polarstern auch Cynosura (2) der letzte am Schwanz des kleinen Bären welcher den Nordpol am nächsten steht. Procyon (1) im kleinen Hunde. Regulus (1) das Herz des Löwen. Scheat (3) am Schenkel des Wassermanns. Schedir (3) auf der Brust der Caßiopeja. Sirius auch *Canicula* der Hundsstern (1) am Maul des großen Hundes, ist der hellste Fixstern am Himmel. Wega auch Lyra (1) der helle Stern an der Leyer. Der große Wagen, heißen die 7 bekannten Sterne zwoter Größe am Hintertheil des großen Bären, der kleine über dem mitlern am Schwanz führt den Namen Alcor das Reuterlein.

Anmerk. Die in () eingeschloßenen Zahlen deuten die Größen der Sterne an. Mehrere Benennungen einzelner Sterne kommen in meiner Anleitung rc. Seite 83 und 84 vor.

Die Milchstraße, Nebel - und veränderliche Sterne.

§. 143.

Die Milch= oder Jacobsstraße umzieht die ganze Himmelskugel ununterbrochen in Gestalt weißlich schimmernder Streifen, und geht durch folgende Sternbilder: Caßiopeja, Perseus, südliche Theil des Fuhrmanns, östlichen Arm des Orions, Füße der Zwillinge, Monoceros, Schiff,

 (wo

(wo ihr Lichtschimmer am lebhaftesten ist), Füße des Centaurus, Creutz, südliches Dreyeck, Altar, Schwanz des Scorpions; Bogen des Schützens, (von hier bis zum Schwan erscheint sie in getheilten Streifen), östlichen Theil des Ophiuchus, Sobieskische Schild, Schwanz der Schlange, Adler, Pfeil, Fuchs mit der Gans, Schwan, Kopf des Cepheus bis wieder zur Caßiopeja.

§. 144. Die merkwürdigsten Nebelsterne am Himmel zeigen sich entweder mit bloßen Augen oder durch Fernröhre: Um den mittlern Stern am Schwerdt des Orions (ist der merkwürdigste unter allen); nordlich am Gürtel der Andromeda; am Rücken des Herkules; zwey im Ophiuchus; verschiedene beym Bogen des Schützens; beym Maul des Pegasus; am Berge Maenalus; am Kopf des Wassermanns; am südlichen Horn des Stiers; über Vindemiatrix in der Jungfrau; beym großen Triangel, Algol, Antares und Ohr des großen Bären; im Schwan; rc.

Anmerk. In den Berliner Ephemeriden für 1779 habe ich ein Verzeichniß von 75 Nebelsternen und Sternhäuflein die in Europa sichtbar sind geliefert, worunter einige von den 42 sind welche de la Caille gegen den südlichen Pol gefunden.

§. 145. Von den neuen und veränderlichen Sternen sind besonders folgende zu merken: Einer in der Caßiopeja welcher zu Tycho Zeiten Ao. 1572 sichtbar war und auf einmal sehr helle glänzte, Ao. 1574 aber wieder verschwand. In den Jahren 945 und 1264 zeigte sich eine Zeitlang in eben dieser Gegend ein neuer Stern, daher einige ver-

vermuthen, daß es eben der von 1572 gewesen sey. Am östlichen Fuß des Ophiuchi beobachtete Kepler Ao. 1604 einen neuen Stern der im folgenden Jahre wieder unsichtbar wurde. Am Halse des Wallfisches zeigte sich Ao. 1596 der Stern Z nach Doppelmayer dem Fabricius zuerst in einer periodisch veränderlichen Größe, welches noch anjetzt an demselben zu bemerken ist, daher dieser Stern Mira der wunderbare genannt wird. Ein ähnlicher Stern steht am Halse des Schwans, von Kirch zuerst beobachtet, der sich nach 405 Tagen in seinem stärksten Lichte zeigen soll. Außerdem sind noch zwey neue Sterne im Schwan von Kepler, Caßini und Hevel beobachtet, aber anjetzt wieder verschwunden. Der eine zeigte sich bey den Stern dritter Größe an der Brust, und der andere bey den von gleicher Größe am Schnabel des Schwans. Ferner haben Caßini und Hevel verschiedene Sterne im kleinen Bären, der Andromeda, Schützen, Ophiuchus, Wassermann, Steinbock ꝛc. welche in ältern Verzeichnißen vorkommen, entweder gar nicht finden können, oder von veränderlicher Größe bemerkt. Montanari und Maraldi beobachteten eben dieses von Sternen im Löwen, großen Hunde, Schiff, Wasserschlange, Jungfrau ꝛc. (S. Berlinische Sammlung astronomischer Tafeln erster Band, Seite 212. u. f.) Noch ist anzumerken, daß die Sterne C im Widder, A in den Zwillingen, E in der Jungfrau ꝛc. durch gute Fernröhre doppelt erscheinen.

Hülfsmittel die Sterne kennen zu lernen.

§. 146.

Die sicherste und bequemste Methode sich die Sterne unter ihren figürlichen Vorstellungen und Benennungen bekannt zu machen ist wol, wenn man sich solche von einem Sternkundigen in heiter gestirnten Nächten zeigen läßt. Unterdessen findet sich diese Gelegenheit selten, und deswegen habe ich in der zwoten Abtheilung meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels mich bemüht, den Liebhabern in allen Monaten eine vollständige der mündlichen Unterweisung nahe kommenden Anleitung zur Sternkenntniß zu geben, worauf ich demnach hier verweisen kann.

§. 147. Nächstdem sind die Himmelscharten Globen, Hohlkugeln, Sternkegel, Planisphären, ꝛc. zu diesem Endzweck sehr brauchbar, vornemlich wenn sie mit meinem Buch oder einer mündlichen Nachweisung verbunden werden.

§. 148. Unter den ältern Himmelscharten sind zu merken: Bayers Uranometrie vom Jahr 1603 welche auf 51 Bogen die Sternbilder der Alten einzeln wie sie uns am Himmel erscheinen vorstellt. Er fügte jedem Stern einen Buchstaben des griechischen kleinen Alphabets bey, welche noch von den Astronomen beybehalten werden. Schillers Coelum stellatum Christianum vom Jahr 1627 in welchen er auf 55 Blätter die Gestirne in biblischen Figuren wie sie an der auswendigen Fläche der Himmelskugel erscheinen vorstellt. Hevels Himmels-

atlas;

atlas: Firmamentum Sobiescianum genannt, welcher Ao. 1690 herausgekommen und auf 54 sauber gestochenen Bogen, die Sternbilder einzeln wie sie sich auswendig an der Himmelskugel zeigen würden, abbildet. Bayers Buchstaben aber kommen nicht dabey vor. In des Cellarii Harmonia Macrocosmica von 1708 sind auch 8 Charten von den Sternbildern, zwey nach Schillers geistlichen und 6 nach den gewöhnlichen Figuren.

§. 149. Die vollständigste Vorstellung der Sternbilder hat uns Flamstead im Jahr 1729 zu London auf 28 großen Folioblättern geliefert. Er verzeichnet 56 Bilder, die zu Grenwich aufgehen, entweder einzeln oder mehrere nahe zusammenstehende auf jedem Blatte, mit allen Sternen seines Verzeichnißes, und fügt zuerst den Sternen die griechischen Buchstaben des Bayers nebst noch einigen lateinischen bey. Dieser Atlas von Flamstead ist Ao. 1776 zu Paris von Fortin in einem kleinern Format mit Verbeßerungen aufs neue herausgegeben. In Deutschland sind Doppelmayers Himmelscharten welche Ao. 1742 zu Nürnberg herausgekommen am bekanntesten. Unter denselben stellen 10 die Sternbilder vor. Vier bilden den Himmel in beyden Halbkugeln oder Hemisphären nach dem Aequator und der Ecliptik getheilt ab, und auf 6 sind die Gestirne an den inwendigen Flächen eines um die Himmelskugel gestellten Würfels, nach Hevels Beobachtungen, entworfen. Diesen letztern ist zugleich Hevels Verzeichniß von 1870 Sternen, nach ihrer Länge und Breite für den Anfang des

1731sten Jahres beygefügt. Doppelmayer bezeichnet die Sterne, statt der griechischen des Bayers, mit lateinischen Buchstaben, eine Vergleichung beyder steht in meiner Anleitung ꝛc. Seite 97. u. f.

§. 150. Die Himmelskugel in zween platten Scheiben von Einmart gezeichnet, haben die Homännischen Erben erst vor wenig Jahren wieder aufgestochen herausgegeben. Viel beßer aber sind die von Vaugondy im Jahr 1764 zu Paris gelieferten beyden Planisphären auf zwey großen Bogen, welche alle alten und neuen Sternbilder nach den vollständigsten Verzeichnißen vorstellen. Herr Funck hat bey seiner Anweisung zur Kenntniß der Gestirne, Leipz. 1777. nach diesen Vaugondischen, zwey große Planisphären 17 Rheinl. Zoll im Durchschnitt stechen laßen, nach der beßern Vorstellung wie die Sterne an der inwendigen Fläche des Himmels stehen. Senex in England und Dheulland in Frankreich, haben jener am Ende des vorigen Jahrhunderts und dieser Ao. 1755 große und sehr sauber gestochene Charten vom Thierkreise geliefert. In meiner Anleitung ꝛc. habe ich jeden Monat eine gewiße Gegend des gestirnten Himmels für unsern Horizont perspectivisch entworfen beygefügt.

§. 151. Die eigentlichen Himmelsgloben sind ferner ein gewöhnliches Hülfsmittel, sich mit den Erscheinungen der Gestirne bekannt zu machen, wenn man dieselben für eine gegebene Zeit gehörig zu stellen weiß, wovon nachher einige Aufgaben vorkommen. Es giebt deutsche, französische, englische, holländische und schwedische Himmelskugeln,

von

von verschiedenem Alter, Größe, Preise und Güte der Arbeit. Unter den Neuern sind bey uns noch anjetzt die in der Homännischen Officin von Doppelmayer durch Püschner Ao. 1728 gelieferte von einem Fuß, und eine mittlere Sorte von 8 Zoll im Durchschnitt am leichtesten zu haben. In Frankreich hat de la Lande erst im vorigen Jahr eine neue Himmelskugel nach den neuesten und vollständigsten Beobachtungen geliefert. Auch sind die von der Cosmographischen Gesellschaft zu Upsal Ao. 1766 herausgegebene 2 Schuh im Durchschnitt haltende Himmelskugeln sehr zu empfehlen. Es werden übrigens zur mechanischen Auflösung verschiedener Aufgaben die Kugeln von mittlerer Größe schon immer hinreichend seyn, denn wenn es auf eine größere Genauigkeit ankömmt, so schreibt die sphärische Astronomie dazu leichte Regeln vor.

§. 152. Hohlkugeln sind zwey nach dem Aequator getheilte Halbkugeln von Joh. Beyer in Hamburg Ao. 1718 verfertigt, welche die Gestirne an ihrer inwendigen Fläche und damit sehr natürlich vorstellen. Sonst laßen sich hierunter auch dergleichen außerordentlich große Kugeln verstehen, welche verschiedene Zuschauer in sich aufnehmen können und an deren inwendigen Fläche der gestirnte Himmel abgebildet ist, wovon sich einer in Petersburg von 11 Fuß und zwey in Paris von 12 Pariser Fuß im Durchmeßer befinden.

§. 153. Sternkegel bilden die Gestirne an den inwendigen Flächen zweyer stumpfer Kegel ab. Die Zimmermannischen sind bereits seit Ao. 1692 die

bekanntesten. Sie stellen den Himmel schon natürlicher als die platten Scheiben vor, ihr Gebrauch ist leicht und zur Sternkenntniß führend. Herr Funk in Leipzig hat auch in diesem Jahre dergleichen Sternkegel in weit größern Format nach den vollständigsten Sternverzeichnißen herausgegeben.

§. 154. Planisphären, schließen die Himmelskugel nach ihrer nordlichen und südlichen Hälfte in zween platten Scheiben ein, welche gleichfalls zur Nachweisung der Gestirne dienen. Es laßen sich auch auf dergleichen Scheiben verschiedene Aufgaben auflösen, so habe ich in meiner Anleitung ꝛc. eine allgemeine Himmelscharte geliefert, welche alle Gestirne die bey uns sichtbar werden in einem Kreis einschließt, und nach einer gewißen Vorrichtung den Stand derselben für eine jede Zeit leicht zu finden lehrt.

Gebrauch der Himmelskugeln durch einige Aufgaben gezeigt.

Es wird verlangt:

§. 155.

Die Kugel nach der Polhöhe eines Ortes in Europa und den Weltgegenden richtig zu stellen? Die Polhöhe oder geographische Breite kann aus den darüber vorhandenen Tafeln genommen werden. Der Nordpol wird alsdann um so viele Grade am meßingenen Meridian abgezählt, über den hölzernen Horizont des Globi erhöhet und der

Me-

Meridian vermittelst eines Compaßes ꝛc. (§. 86.) in die Lage von Süden nach Norden gebracht.

§. 156. Die Sterne welche entweder beständig sichtbar sind oder nie aufgehen, imgleichen die welche im Zenith des Ortes kommen zu bemerken: Wenn der Globus umgewälzt wird, so zeigen sich um den Nordpol diejenigen Sterne, welche niemals unterm Horizont kommen, folglich beständig sichtbar sind, imgleichen um den Südpol in einem eben so großen gestirnten Raum diejenigen, welche nie über den Horizont des Orts auf deßen Polhöhe der Globus gestellt ist, kommen. Hält man ein Bleystift in den Punct Norden und Süden am Horizont an der Kugel, so beschreibt dieser beym Umdrehen der Kugel einen Kreis, welcher im ersten Falle alle nie unter- und im zweiten alle nie aufgehende Gestirne einschließt. Eben so ein Bleystift am Zenith der Kugel gehalten, beschreibt beym Umdrehen derselben einen Kreis welcher durch alle im Zenith kommende Sterne geht.

§. 157. Den Globus für eine gewiße Zeit so zu stellen, daß er den Stand der Gestirne richtig zeige: Wird der Ort oder die Länge der Sonne in der Ecliptik für den nemlichen Tag, welcher aus dem auf den Horizont des Globi befindlichen Calender zu nehmen ist, unterm Meridian und zugleich der Zeiger des Stundencirculs am Nordpol auf die obere 12te oder Mittagsstunde gestellt, hierauf der Globus herum gedreht bis der Zeiger die gegebene Stunde zeigt, so kommt er mit der Stellung der Gestirne am Himmel überein. Der Zuschauer

muß

muß sich nur erinnern, daß am Himmel die Sterne an der rechten Seite zu suchen sind, welche auf dem Globo an der linken stehen ꝛc

§. 158. Die gerade Aufsteigung, Abweichung, Abend- und Morgenweite (Amplitude) der Sonne, aus ihrer bekannten Länge: Wird der Grad der Ecliptik in welchem die Sonne ist untern Meridian gestellt, so steht der Grad der geraden Aufsteigung im Aequator zugleich mit unter demselben. Die Abweichung wird vom Aequator Nord- oder Südwärts am Meridian abgezählt, und der Ort der Sonne am Ost- oder Westhorizont geführt giebt daselbst nach §. 87 die Morgen- und Abendweite.

§. 159. Die Höhe und das Azimuth der Sonne für eine gegebene Zeit: Wird der bekannte Ort der Sonne untern Meridian und der Zeiger auf die 12te Mittagsstunde gestellt, alsdann der Globus umgedreht bis der Zeiger die verlangte Zeit weiset, so wird der am Zenith angeschraubte Quadrant oder Verticalkreis an der Abend- oder Morgenseite des Himmels über den Ort der Sonne geschoben, die Höhe der Sonne übern Horizont und zugleich am Horizont das Azimuth anzeigen.

§. 160. Die schiefe Auf- und Niedersteigung der Sonne: Wird der bekannte Ort der Sonne am Abend und Morgen Horizont geführt und der zugleich mit demselben am Horizont stehende Punct des Aequators bemerkt, so hat man die schiefe Nieder- und Aufsteigung. Der Unterschied zwischen der §. 158. gefundenen geraden Aufsteigung und

eine

eine von den beyden vorigen, bestimmt den halben Tagbogen der Sonne.

§. 161. Eben das was §. 158. 159. und 160. vorkömmt, für einen Fixstern, den Mond oder einen Planeten: Bey einem Fixstern wird statt des Orts der Sonne der auf dem Globo nach seiner Länge und Breite aufgetragene Fixstern selbst genommen und bey den Mond und Planeten deren aus einen Calender oder Ephemeriden bekannten Oerter mit Bleystift im Thierkreise bemerkt, und übrigens auf gleiche Weise wie bey der Sonne verfahren.

§. 162. Der Auf- und Untergang, die *Culmination* von Sonne, Mond, Fixstern und Planeten für einen gegebenen Tag: Der bekannte Ort der Sonne wird untern Meridian und der Zeiger auf 12 Uhr, als die beständige Culminations-Stunde der Sonne gestellt, hierauf dieser Ort am Morgen und Abend Horizont geführt, so weiset der Stundenkreis die Zeit des Auf- oder Unterganges der Sonne. Wird ferner ein Fixstern untern Meridian und am Horizont gebracht, so zeigt der Zeiger die Zeit seiner Culmination und Auf und Unterganges für den nemlichen Tag. Eben so für einen Planeten oder den Mond wenn deren Oerter im Thierkreise bezeichnet werden. Der Stunden Unterschied zwischen der Culmination und dem Auf- oder Untergange giebt den halben Tagbogen in Zeit.

§. 163. *Den Tag zu wißen, an welchen ein Stern mit der Sonne auf- oder untergeht, imgleichen bey Sonnen-Aufgang unter- oder bey Sonnen Untergang aufgeht:* Hiebey wird der Stern

am

Ost- und Westhorizont geführt, und im ersten Fall der Grad der Ecliptik, welcher sich zugleich mit am Horizont, im zweiten aber an der gegenüberstehenden Seite des Horizonts zeigt, gemerkt. Der eine oder andere in einem Calender als den Ort der Sonne aufgesucht, giebt den verlangten Tag. Eben dies findet sich auf gleiche Art beyläufig für ganze Gestirne.

Anmerk. Bey den Alten dienten besonders Beobachtungen dieser Art statt eines Calenders, und wurden von ihren Dichtern häufig besungen. Wenn ein Stern mit der Sonne zugleich auf- oder bey ihren Aufgang gegen über in Westen untergeht, heißt cosmice, geht er mit der Sonne zugleich unter oder bey ihren Untergang gegen über in Osten auf, acronyce, endlich wenn er sich zuerst in der Morgen- oder zuletzt in der Abenddämmerung zeigt heliace auf- oder untergehen.

§. 164. Der Tag an welchen ein Stern anfängt sich zuerst am östlichen Himmel in der Morgendämmerung zu zeigen, oder in der Abenddämmerung in Westen zuletzt geschehen wird, das heißt: *heliace* auf- und untergeht. Nach Beobachtungen steht die Sonne für die kleinsten Sterne 18, für die von der ersten Größe 12 und für die Planeten noch wenigere Grade unter dem Morgen- und Abendhorizont, wenn sie anfangen und aufhören sich zu zeigen. Wird demnach ein gegebener Stern 1ster Größe am Morgenhorizont geführt, und mit dem am Zenith befestigten Verticalkreis der übern westlichen Horizont um 12° hochstehende Grad eines gewißen Zeichens der Ecliptik gesucht, so giebt dieser um 6 Zeichen vermehrt, die Länge der zu gleicher Zeit untern östlichen Horizont um 12° tief ste-

stehenden Sonne, und damit aus einem Calender den gesuchten Tag an, da dieser Stern von den Strahlen der Sonne befreyt sich in der Morgenröthe zuerst zeigt. Ein ähnliches Verfahren giebt im Gegentheil die Verlierung eines Sterns hinter den Strahlen der Abendsonne.

§. 165. *Wie viel ein Stern später oder früher auf: und untergeht als ein anderer?* Dies ergiebt sich aus dem Zeitunterschied am Stundenkreise, wenn beyde Sterne nach einander am Horizont geführt werden.

§. 166. *Welche Sterne für eine gegebene Zeit gleich hoch, das heißt in einem Almucantharat oder in einem Verticalkreis stehen?* Wird beydes durch den am Zenith befestigten Quadranten oder Verticalkreise leicht gefunden, wenn man selbigen um das Zenith an der Kugel herumführt.

§. 167. Dergleichen und andere Aufgaben laßen sich kürzer am Globo auflösen als deren Auflösung im voraus vorschreiben. Einzelne Beyspiele sind hiernach leicht zu wählen, und wie die Veränderung der Polhöhe bey denen die sich auf dem Horizont beziehen, andere Resultate giebt, zeigt der Globus durch den Augenschein.

Gebrauch der Sternkegel, platten Himmelscharten oder Planisphären rc.

§. 168.

Die Einrichtung und den Gebrauch der Sternkegel kann ich hier in der dabey befindlichen Beschreibung

bung derselben nach zu sehen verweisen, als der Zimmermannschen welche 1770 in Hamburg, und der Funkischen welche in diesem 1777 Jahr in Leipzig herausgekommen.

§. 169. Auf den Planisphären, welche die Himmelskugel in zween Scheiben, nach der nordlichen und südlichen Hälfte, einschließen, in deren Mittelpunct die Weltpole sind, folglich der Aequator den äußersten Umkreis ausmacht und die sich innerhalb eines in 24 Stunden abgetheilten Kreises umdrehen laßen, können auch verschiedene der vorigen Aufgaben aufgelöset werden. Es wird z. B. verlangt:

§. 170. *Die gerade Aufsteigung und die Abweichung eines Fixsterns?* Alle gezogene Halbmesser auf der Charte vom Pol bis zum Aequator sind Meridiane oder Quadranten derselben, wovon einer gewöhnlich in Graden eingetheilt zu seyn pflegt Wird demnach ein Lineal am Pol und den gegebenen Fixstern gelegt, so zeigt dieses am Aequator den Grad der geraden Aufsteigung und die Weite vom Aequator bis zum Stern am abgetheilten Meridian gemeßen bestimmt die Abweichung, Südlich oder Nordlich, nachdem der Stern in der einen oder der andern Scheibe steht.

§. 171. *Das vorige von der Sonne oder einem Planeten für eine gegebene Zeit?* Ueber den bekannten in der Ecliptik gefundenen Ort der Sonne wird, nachdem die Sonne in ihrem nordlichen oder südlichen Halbcircul sich befindet, vom Nord- oder Südpol aus ein Lineal gelegt, welches auf gleiche

Art

Art wie vorher das verlangte angiebt. Der Ort eines Planeten wird im Thierkreise mit Bleystift bemerkt, so läßt sich von ihm ein gleiches finden.

§. 172. Die Zeit der Culmination eines Fixsterns oder Planeten: Der auf vorige Art gefundene Grad der geraden Aufsteigung der Sonne wird auf die 12te Stunde in beyden Scheiben gestellt, hierauf ein Lineal am Pol und den Ort des gegebenen Himmelskörpers gelegt, so zeigt daßelbe auf den Stundenkreise die verlangte Zeit.

§. 173. Die Scheiben für eine gewiße Stunde mit dem Himmel übereinstimmend zu stellen: Der Grad der geraden Aufsteigung der Sonne wird in beyden Scheiben auf die 12te Stunde geschoben und alsdenn das Lineal am Pol und der gegebenen Stunde gelegt, so zeigt es den Meridian und die zugleich culminirenden Sterne an, woraus sich denn die Lage der übrigen rechts und links gegen dieselben, nachdem das Planisphärium die Gestirne an der in- oder auswendigen Fläche der Himmelskugel vorstellt, ergiebt.

§. 174. Hiebey ist es nöthig zu wißen wie weit sich der über den Horizont stehende halbe Kreis des Meridians für den Ort der Beobachtung in beyden Scheiben erstreckt. Ein Kreis vom Nordpol aus mit den Halbmeßer der Graden der Polhöhe des Orts beschrieben, schließt an der nordlichen Scheibe alle nie untergehende Sterne ein und wie weit der Meridian daselbst zu nehmen ist, nemlich vom Aequator bis jenseits des Pols an der gegenüberstehenden Seite dieses Kreises. Ein Kreis

 vom

vom Südpol aus mit eben dem Halbmeßer beschrieben schließt alle Sterne ein die nie aufgehen, und hierin steht nur der Theil des Meridians vom Aequator nach Süden bis an diesen Kreis übern Horizont. Ein Kreis endlich vom Nordpol aus mit einer Weite, die dem Complement der Polhöhe gleich ist beschrieben, bezeichnet alle Sterne die durchs Zenith gehen.

§. 175. Auf dergleichen Scheiben läßt sich auch nach gewißen Regeln der Horizont unter einer jeden Polhöhe anbringen, und dadurch die Zeit des Auf- und Unterganges ꝛc. der Sterne bestimmen. Die meiner Anleitung ꝛc. beygefügte allgemeine Himmelscharte zeigt übrigens in einer Scheibe, für unsere Polhöhe, alles vorhergehende und auch den Stand der Gestirne gegen den Horizont, ihre Verticalkreise, Höhe, Azimuth ꝛc. für eine jede gegebene Zeit.

§. 176. Es giebt auch Planisphären, welche die Pole der Ecliptik im Mittelpunct und folglich diese Bahn der Sonne mit dem Thierkreis am Umkreise haben, auf welchen sich vornemlich, und auf gleiche Art wie oben die gerade Aufsteigung und Abweichung, die Länge und Breite der Sterne finden läßt. Hiebey sind Breitenkreise was dort Meridiane waren.



Vier-

Vierter Abschnitt.

Von der Sternen- und Sonnenzeit, Aufgaben aus der sphärischen Astronomie Vorrückung der Nachtgleichen, Refraction und Parallaxe.

Von der Sternenzeit.

§. 177.

Die Zeit, welche verfließt, indem sich die Himmelskugel von Morgen gegen Abend um ihre Axe wälzt, und ein jeder Fixstern wieder im Meridian oder einen jeden andern nemlichen Ort des Himmels erscheint, heißt ein Sterntag auch die Zeit der ersten Bewegung. In dieser Zeit haben sich demnach alle 360° des Aequators durch den Meridian geschoben und da die Bewegung der Himmelskugel durchaus gleichförmig und nach allen Beobachtungen die Dauer ihrer Umdrehung alle Tage gleich lang ist, so folgt, daß da ein solcher Sterntag in 24 Stunden eingetheilt wird, in einer jeden Sternstunde genau 15 in zwey 30 u. s. f. Grade des Aequators durch den Meridian gehen. Hiernach zeigt folgende Tafel I. wie die Grade des Aequators in Zeit der ersten Bewegung oder Sternzeit und II. diese in jene zu verwandeln ist.

I.			II.				
Theile des Aequators	Sternzeit.		Sternzeit.	Theile des Aequators	Sternzeit.	Theile des Aequators.	
Grad.	Stund.	Min.			Min.	Grad.	Min.
Minuten.	Min.	Sec.			Sec.	Min.	Sec.
Secunden.	Sec.	Tert.	Stund.	Grad.	Tert.	Sec.	Tert.
1	0	4	1	15	1	0	15
2	0	8	2	30	2	0	30
3	0	12	3	45	3	0	45
4	0	16	4	60	4	1	0
5	0	20	5	75	5	1	15
10	0	40	6	90	6	1	30
15	1	0	9	135	10	2	30
30	2	0	12	180	20	5	0
60	4	0	15	225	30	7	30
90	6	0	18	270	40	10	0
180	12	0	21	315	50	12	30
360	24	0	24	360	60	15	0

§. 178. Beyspiel: Wie viel brauchen $218^\circ\ 13'\ 46''$ des Aequators, Sternzeit, um durch den Meridian zu gehen?

$218^\circ = 180^\circ + 30^\circ + 4^\circ + 4^\circ$	180°	12St.	$0'$	$0''$
	30°	2	0	0
	4°	0	16	0
	4°	0	16	0
$13' = 10' + 3'$ „ „	$10'$	0	0	40
	$3'$	0	0	12
$46'' = 30'' + 15'' + 1''$	$30''$	0	0	2
	$15''$	0	0	1
	$1''$	0	0	0

Antwort 14St. $32'\ 55''$

Da

Da die gerade Auffsteigung eines Sterns längst dem Aequator von 0° ♈ an gerechnet wird, so trägt eben so nach diesem Beyspiel die gerade Auffsteigung eines Sterns von 218° 13′ 46″ im Bogen 14 St. 32′ 55″ in Zeit der ersten Bewegung aus, oder dieser Stern kömmt allemal 14 St. 32′ 55″ nach dem Frühlingsäquinoctialpunct im Meridian. Wird eine Uhr nach dieser Sternzeit eingerichtet und wenn der erste Grad des ♈ zu culminiren anfängt auf 12 gestellt, so zeigt selbige jedesmal die gerade Aufsteigung aller culminirenden Sterne in Sternzeit.

Von der Sonnenzeit.

§. 179.

Erschiene die Sonne beständig bey einem und demselben Fixsternen, oder bliebe in einem Punct des Himmels, so würden Sternentage auch zugleich Sonnentage seyn, nun aber rückt die Sonne täglich oder während einer Umwälzung der Himmelskugel um etwa 1° nach Morgen fort, daher findet sich zwischen beyden ein Unterschied. Nach fig. 43. drehe sich die Himmelskugel AnmBD genau in 24 Stunden einmal nach der Richtung Am etc. um ihre Axe oder um die in der Mitte C stehende Erde Ein Fixstern m sey heute mit der Sonne S zugleich im Meridian mSCD. Nach 24 Sternstunden ist dieser Fixstern abermal in m; die Sonne hat sich aber inzwischen in ihrer jährlichen Bahn STRV nach Osten bis in T um 1° fortbewegt, und erscheint von dem Fixstern m gegen Morgen in n. Damit nun die Sonne wieder im Meridian komme, muß sich

die Himmelskugel noch um die Weite mn umwälzen, folglich sind die Sonnentage länger als die Sternentage, und der Unterschied trägt 4 Min. in Zeit aus, weil sich 1° in 4 Min. (§. 177.) durch den Meridian schiebt.

§. 180. Nach dieser Sonnenzeit sind die gewöhnlichen Uhren eingerichtet, welche uns den Umlauf der Sonne am Himmel, oder den Sonnentag in 24 Stunden rc. gleichförmig zuzählen. Wollten wir den Umlauf der Sterne für einen bürgerlichen Tag rechnen, und hiernach eingerichtete Uhren, wenn ein gewißer dazu bestimmter Stern culminirt auf die 12te Mittagsstunde stellen, so würden, weil die Sterne täglich um 4 Minuten früher als die Sonne den Meridian erreichen, dieselben monatlich 2 Stunden früher als die Sonne Mittag zeigen, und nach 6 Monaten um die wahre Mitternachtszeit der Sonne, 12 Uhr Mittags angeben.

Ungleichheit der Sonnentage.

§. 181.

Die tägliche Bewegung der Sonne in ihrer Bahn von Abend gegen Morgen trägt zu einer gewißen Zeit des Jahres 57 und zu einer andern 61 Minuten aus, und daher sind die Sonnentage nicht immer gleich lang. Das Mittel aus der größten und kleinsten Bewegung ist genau 59 Min. 8 Sec. im Aequator gerechnet und daher heißt die Zeit innerhalb welcher der ganze Aequator und diese 59 Min. 8 Sec. oder 360° 59′ 8″ durch den Meridian

dian rücken ein mittlerer Sonnentag, und deßen 24ster Theil eine mittlere Sonnenstunde, in welcher folglich 15° 2′·28″ des Aequators den Meridian paßiren. Die Fixsterne eilen hiernach täglich um 3′ 56″ der Sonne vor, oder ihr Umlauf dauert genau 23 St 56′ 4″ mittlerer Sonnenzeit, nach welcher alle Uhren eingerichtet sind. Nach folgender Tafel laßen sich I. die Bögen des Aequators in mittlerer Sonnenzeit oder II. diese in jene reduciren.

I.

Theile des Aequators	mittlere Sonnenzeit.		
Grad.	St.	Min.	Sec.
Minuten.	Min.	Sec.	Tert.
Secunden.	Sec.	Tert.	
1	0	3	59
2	0	7	58
3	0	11	58
4	0	15	57
5	0	19	56
10	0	39	53
15	0	59	50
30	1	59	40
60	3	59	21
90	5	59	1
180	11	58	2
360	23	56	4

II.

mittlere Sonnenzeit.	Theile des Aequators.		
Stunden.	Gr.	Min.	Sec.
1	15	2	28
2	30	4	56
5	75	12	19
10	150	24	38
24	360	59	8
Minuten.	Gr.	Min.	Sec.
Secunden.	Min.	Sec.	Tert.
1	0	15	2
2	0	30	5
3	0	45	7
5	1	15	12
10	2	30	25
20	5	0	49
40	10	1	39
60	15	2	28

Beyspiele aus dieser Tafel werden eben so wie §. 178 vorkommt formirt.

§. 182. Die ungleiche Länge der Sonnentage hat eine doppelte Ursache. Die erste ist: weil die Sonne wie schon vorher angemerkt, sich selbst ungleich bewegt und wegen ihrer größern Nähe im Winter um etwa 61; im Sommer aber um 57 Minuten täglich fortrückt, so daß das Mittel genau 59′ 8″ austrägt. Die zwote ist: weil die Sonne nicht im Aequator, nach welchen die Stunden gezählt werden, sondern in ihrer eigenen um $23\frac{1}{2}^{0}$ sich gegen den Aequator neigenden Bahn oder der Ecliptik fortläuft, so daß daher, wenn auch ihre Bewegung das ganze Jahr gleichförmig wäre, dieselbe doch auf den Aequator reducirt ungleiche Bögen geben würde. Nach fig. 44. sey QA ein Theil des Aequators, ♈l der Ecliptik und ab, id, mr, lA, Meridiane. Bewegt sich nun die Sonne um die Zeit der Tag und Nachtgleiche bey ♈ von a bis i so trägt dieser Bogen der Ecliptik bis auf eine Kleinigkeit im Aequator nur den kleinern bd oder an in seinem Parallelkreise aus; hingegen um die Zeit der Sonnenwende bey ♋ läuft die Sonne mit dem Aequator parallel, und weil sie auf einen $23\frac{1}{2}^{0}$ von demselben entfernten Parallelkreis fortrückt, so trägt ihre Bewegung in der Ecliptik ml auf dem Aequator gerechnet, rA mehr aus, weil mr und lA zwey Abweichungskreise sind, die nach den Polen von A gegen l hinauf näher zusammen kommen.

§. 183. Demnach gehen bald mehr bald weniger als 360° 59′ 8″ des Aequators von einer Culmination der Sonne bis zu der nächstfolgenden durch den Meridian. Daher müßen die Astronomen

men die wahre oder scheinbare (welches einerley ist) und die mittlere Zeit von einander unterscheiden. Jene macht die Sonne durch ihre langsamere oder geschwindere Fortrückung und die genaue ungleiche Dauer ihres Umlaufs am Himmel bestimmt die Länge des wahren Sonnen- oder bürgerlichen Tages deßen Stunden und kleinere Abtheilungen alle Sonnenuhren richtig zeigen. Die mittlere Zeit hingegen wird nach der angenommenen mittlern Bewegung der Sonne, wie schon gesagt gerechnet, und ist daher durchaus gleich. Unsere gewöhnliche Uhren können als mechanische Werkzeuge, wenn sie sonst einen gleichen Gang haben, nur diese mittlere und gleiche Sonnenzeit weisen, worauf sie eingerichtet sind, und daher nur selten mit dem wahren und ungleichen Lauf der Sonne übereinkommen.

Anmerk. Man kann sich übrigens die ganze Dauer des täglichen kreisförmigen Umlaufs eines jeden Himmelskörpers genau in 24 Stunden abgetheit vorstellen, da denn allemal 15° deßelben wie bey den Firsternen 15° des Aequators auf eine Stunde gehen. Folglich ist hiebey die Tafel §. 177. zu gebrauchen und die Stunden sind als wahre Sonnenstunden, wenn von der Sonne; als Mondstunden wenn vom Mond; als Sternstunden wenn von den Firsternen rc. die Rede ist, zu nehmen.

Von der Zeitgleichung.

§. 184.

Der Unterschied zwischen der wahren und mittlern Zeit heißt bey den Astronomen die Zeitgleichung. Man stelle sich hiebey noch zu mehrerer

Deutlichkeit vor, es gäbe außer der wahren Sonne die sich längst der Ecliptik und ungleich geschwinde bewegt, noch eine, welche beständig im Aequator und täglich 59′ 8″ gegen Morgen fortrückte, so folgte aus dem oben gesagten, daß beyde genau in einem Jahr zugleich ihren Umlauf am Himmel vollenden, auch inzwischen bald die wahre, bald die eingebildete Sonne den Meridian früher erreichen würde, es müße sich aber auch treffen, daß zuweilen beyde in einem Augenblick culminirten. Stünde die eingebildete Sonne im Meridian, so wäre der mittlere Mittag den alle Uhren angeben; erreichte aber die wahre Sonne diesen Kreis, so wäre der wahre Mittag den alle Sonnenuhren weisen. Der Unterschied zwischen beyder Culmination wäre alsdann die Zeitgleichung. Dieser kann im Februar und November bis auf 15 Min. Zeit gehen; viermal im Jahre aber, nemlich den 15ten April, 15 Junii, 31ten August und 24ten December ist er 0 wo folglich beyde Sonnen zugleich im Meridian stehen würden, und die wahre Zeit mit der mittlern völlig überein käme.

§. 185. Folgende Tafel enthält die Zeitgleichung durchs ganze Jahr, oder sie zeigt, was eine nach der mittlern Sonnenzeit abgetheilte und richtig gehende Uhr zeigen muß, wenn die wahre Sonne um 12 Uhr Mittags im Meridian steht:

Den

Den	1 Jan.	12 U.	4 M.	Den	10 Jul.	12 U.	5 M.
—	11 —	12	8	—	20 —	12	6
—	21 —	12	12	—	30 —	12	6
—	31 —	12	14	—	9 Aug.	12	5
—	10 Febr.	12	15	—	19 —	12	3
—	20 —	12	14	—	29 —	12	1
—	2 März	12	12	—	8 Sept.	11	58
—	12 —	12	10	—	18 —	11	54
—	22 —	12	7	—	28 —	11	51
—	1 April	12	4	—	8 Oct.	11	48
—	11 —	12	1	—	18 —	11	45
—	21 —	11	58	—	28 —	11	44
—	1 May	11	57	—	7 Nov.	11	44
—	11 —	11	56	—	17 —	11	45
—	21 —	11	56	—	27 —	11	48
—	31 —	11	57	—	7 Dec.	11	52
—	10 Jun.	11	59	—	17 —	11	57
—	20 —	12	1	—	27 —	12	2
—	30 —	12	3				

Einige Aufgaben aus der sphärischen Astronomie.

Es wird gesucht:

§. 186.

Die Mittagslinie: Die gewöhnlichste Methode ist diese: Auf einer ebenen und wasserrecht liegenden Fläche beschreibe man aus einem Mittelpunct C fig. 45. verschiedene Circul, richte in C einen Stift von 6 und mehrern Zollen lang senkrecht auf und bemerke Vormittag von etwa 9 bis 11 und Nachmittag

mittag von 1 bis 3 Uhr, die Puncte wenn und wo das Ende vom Schatten des Stifts einen der beschriebenen Circul berührt. Ziehe alsdann durch diese Puncte gerade Linien wie ab und theile solche in die Hälfte, so wird die von C aus durch eine jede Hälfte gezogene Linie CA die Lage der Mittagslinie geben, auf welcher der Schatten des Stifts allemal um 12 Uhr Mittags wahrer Zeit fallen muß. Beßer ist es noch statt des Stifts ein eben so langes etwas breites Blech zu nehmen, worin oben ein Loch gebohrt worden und den durch daßelbe fallenden Sonnenstrahl eben so wie das Ende vom Schatten des Stifts zu gebrauchen. Uebrigens wird von dieser nützlichen Aufgabe in der Gnomonik noch ein mehreres vorkommen.

§. 187. *Die Höhe eines Sterns:* Diese wird mit kleinen oder größern Quadranten oder in 90° eingetheilten Viertelcirculn von Holz, Meßing x. verfertigt, gemeßen. Sie werden auf dreyerley Art angebracht, wie Fig. 46. No. I. II. und III. zeigt. Hier ist rh der Horizont, Z das Zenith und C der gemeinschaftliche Mittelpunct des Quadranten und der Himmelskugel (§. 73.). Bey I. ist der Quadrant um C beweglich; bey II. und III. aber in der gezeichneten Lage befestigt, und es läßt sich nach den Figuren leicht erklären daß die Höhe des Sterns n über den Horizont sich an den Winkel d oder seinen zugehörigen Bogen des Quadranten ergebe, wenn das Auge von e aus nach dem Stern, entweder längst der Seite C 90 wie bey I. oder einer um C beweglichen Regel wie bey II. und III. hinsieht.

§. 188.

§. 188. **Die Polhöhe oder Breite eines Orts durch Beobachtung der nordlichen Sterne welche niemals untergehen?** Wenn im Winter die Nächte länger als 12 Stunden sind, so sieht man diese Sterne in Norden einmal über in o Fig. 47. und 12 Stunden hernach in n untern Pol durch den Meridian HZR gehen. Wird nun alsdenn beydemal ihre Höhe über den Horizont gemeßen, von der größern Ro die kleinere Rn abgezogen, so bleibt on übrig, und hievon die Hälfte zu Rn addirt oder von Ro subtrahirt, giebt die Polhöhe RP oder PWR.

Anmerk. In Fig. 47. 48. 49. ist HR der Horizont; Z das Zenith; P der Nordpol; AQ der Aequator; PRQHZ der Meridian; dl die Ecliptik; O der Ost- und W der Westpunct am Horizont.

§. 189. **Die Abweichung der Sonne oder eines Sterns? wenn die Polhöhe bekannt ist.** Man meße ihre Höhe im Meridian, so wird, da die Höhe des Aequators HA fig. 47. allemal dem Complement der Polhöhe RP gleich ist, der Unterschied der beobachteten Höhe des Sterns rc. und der bekannten Höhe des Aequators, die Abweichung geben, welche wenn die erstere größer als die letztere Nordlich und im Gegentheil Südlich ist, S sey der Stern, so ist AS seine nordliche Abweichung und HS seine Mittagshöhe.

§. 190. **Aus der beobachteten Höhe der Sonne rc., wenn deren Abweichung bekannt ist, die Polhöhe?** Ist das Gegentheil von der vorigen Aufgabe. Die Sonne sey in d fig. 47. so ist Hd ihre Höhe; nun ist aber Hd — Ad = HA die Höhe des Ae-

Aequators, deren Complement zu 90° die gesuchte Polhöhe RP ist.

§. 191. Aus der gegebenen Schiefe der Ecliptik $A\Upsilon d$ *fig. 47.* und der Länge der Sonne Υd ihre Abweichung Ad? In dem bey A rechtwinklichten sphärischen Dreyeck $A\Upsilon d$ sey $\Upsilon d = h$; $A\Upsilon d = a$ und die zu suchende Seite $Ad = k$ fig. 47*, so kommt es mit fig. 34. überein, in welchem nach §. 50.

$$\text{Sin. } k = \text{Sin. } a \times \text{Sin. } h.$$

Anmerk. Zu mehrerer Deutlichkeit wird es sehr dienlich seyn, die vorkommenden Dreyecke auf einer Himmelskugel zu verzeichnen.

§. 192. Aus der gegebenen Schiefe der Ecliptik $A\Upsilon d$ und Abweichung der Sonne Ad ihre gerade Aufsteigung ΥA? Es sey in dem nemlichen Dreyeck $\Upsilon A = c$ Fig. 47.* das übrige wie vorhin, so ist; (§. 50.)

$$\text{Sin. } c = \text{Tang. } k \times \text{Cot. } a.$$

§. 193. Aus beobachteter geraden Aufsteigung und Abweichung, die Schiefe der Ecliptik? In eben dem Dreyeck war:

$$\text{Sin. } c = \text{Tang. } k \times \text{Cot. } a,$$

da aber hier der Winkel a gesucht wird, so findet sich solcher durch Umsetzung dieser Formel, nemlich:

$$\text{Cot. } a = \frac{\text{Sin. } c}{\text{Tang. } k}$$

§. 194. Aus gleichen Angaben wie vorher, die Länge der Sonne Υd? Hier ist nach §. 50.

$$\text{Cos. } h = \text{Cos. } c \times \text{Cos. } k.$$

§. 195. Aus der bekannten Polhöhe *HP* und der Abweichung der Sonne den Unterschied ihrer geraden und schiefen Aufsteigung (§. 101.) Jn S stehe nach Fig. 48. die Sonne am Horizont, so ist in dem sphärischen bey D rechtwinklichten Dreyeck SDO, welches in Fig. 48*. nach seiner Lage besonders gezeichnet ist: DS gleich der Abweichung = k; SOD = AOR dem Complement der Polhöhe = a und OD der Unterschied beyder Aufsteigungen = c. Nach §. 50. ist alsdann wie oben:

Sin. c = Tang. k × Cot. a

Wird nun der Unterschied beyder Aufsteigungen = c oder OD von der geraden Aufsteigung ♈D abgezogen, so bleibt die schiefe Aufsteigung ♈O übrig wenn die Sonne vom ♈ bis in ♎ läuft und folglich eine nordliche Abweichung hat, das Gegentheil findet vom ♎ bis ♈ unter einer südlichen Abweichung statt.

§. 196. Aus den gegebenen Unterschied beyder Anfsteigungen der Sonne, die Länge des Tages. Nach Fig. 48. sind im und on Tagescircul der Sonne ersterer so weit nordlich über als letzterer südlich unterm Aequator und demnach beyde gleich groß. PSD und Prh sind Meridiane. Jndem nun iS durch den Meridian PZi geht, schiebt sich der Bogen des Aequators AD zugleich mit hindurch und eben so oh mit Ar. Nun ist AO = 90° und OD = Or der Unterschied beyder Aufsteigungen (§. 195.) wird folglich OD zu 90° addirt, und Or = OD von 90° abgezogen, so kommen die über dem Horizont in beyden Fällen stehende halbe Tag-

Tagbögen der Sonne iS und oh und diese nach den Tafeln §. 177. in Zeit als wahre Sonnenstunden gerechnet, verwandelt (§. 183. Anmerk.) giebt die halbe Länge des Tages, welche alsdann doppelt genommen wird (die Länge der Nacht ist, was von der Dauer des Tages noch an 24 Stunden fehlt). Eben so wird aus den bekannten Unterschied beyder Aufsteigungen eines Sterns gefunden, wie lange er über den Horizont bleibt.

§. 197. Aus der bekannten Abweichung der Sonne und der Polhöhe, die Abend- und Morgenweite (*Amplitudo*) imgleichen das Azimuth der Sonne am Horizont? Nach Fig. 48. gehe die Sonne in S auf, so ist SD ihre Abweichung welche gegeben, der Winkel SOD = AOR gleich der Aequatorhöhe oder dem Complement der Polhöhe, folglich auch bekannt; OS die zu suchende Morgenweite. Hier ergiebt sich eben das in D rechtwinklichte sphärische Dreyeck SOD wie bey §. 195, in welchem nun OS = h Fig. 48*. gesucht wird, und es ist nach §. 50. Sin. k = Sin. a ⋊ Sin. h, da aber hier h verlangt wird, so darf nur diese Formel umgesetzt werden, neulich:

$$\text{Sin. } h = \frac{\text{Sin. } k}{\text{Sin. } a}$$

Diese Morgenweite zu 90° addirt giebt, wenn die Sonne vom ♈ bis ♎ geht, ihr Azimuth beym Aufgang, wie in Fig. 48.

$$RO = 90° + OS = RS = SZR$$

ist die Sonne aber zwischen ♎ und ♈ so wird die

Mor-

Morgenweite von 90° abgezogen. Eben dieses gilt bey der Abendweite.

§. 198. Aus gleichen Angaben wie zunächst vorher, die Höhe der Sonne über dem Horizont für eine gegebene Zeit? Nach Fig. 49. stehe die Sonne in S man ziehe durch dieselbe einen Declinationskreis PSC und Verticalkreis ZSh, so ergiebt sich das schiefwinklichte sphärische Dreyeck SZP in welchen bekannt SP = dem Complement der Abweichung, PZ dem Complement der Polhöhe und der Winkel P = dem Stundenwinkel oder Abstand PSC vom Meridian PZA, zufolge der gegebenen Zeit welche nach der Tafel §. 177. in einen Bogen vom täglichen Umlauf der Sonne reducirt wird, hieraus soll ZS das Complement der Sonnenhöhe hS und damit hS selbst gefunden werden. Wird von Z auf SP der Perpendicul Zk gefällt, so entstehen zwey bey k rechtwinklichte sphärische Dreyecke ZkS und ZkP und setzen wir hier den bekannten und zu suchenden Stücken gleiche Buchstaben wie Fig. 36. bey, nemlich: PS = C; PZ = B; P = A; ZS = a; Pk = x und Sk = y wie Fig. 49. zeigt, so ist nach §. 53.

$$\text{Tang. } x = \text{Tang. } B \times \text{Cos. } A$$
$$C - x = y$$

dann: Cos. x : Cos. B = Cos. y : Cos. a
Woraus sich a oder das Complement der Sonnenhöhe ergiebt welches von 90° abgezogen die gesuchte Höhe hS übrig läßt.

§. 199. Aus der Pol- und Sonnenhöhe nebst Abweichung der Sonne, die Stunde des Tages?

 Hier

Hier sind nun in dem Dreyeck SZP Fig. 49. alle drey Seiten nach voriger Erklärung bekannt, und der Stundenwinkel P wird gesucht. Wird PZ = B; PS = C; ZS = A und P = a gesetzt, so hat man in fig. 49** das nemliche Dreyeck Fig. 35. und zugleich was bekannt ist und gesucht wird. Und hierin nach §. 51.

$$\text{Cos. a} = \frac{\text{Cos. A} - \text{Cos. C} \times \text{Cos. B}}{\text{Sin. C} \times \text{Sin. B}}$$

Woraus a im Bogen gefunden und nach §. 177. in Zeit verwandelt wird.

§. 200. Die scheinbare Weite zweyer Sterne an der Himmelskugel, aus beyder Abweichung und geraden Aufsteigung. In Fig. 49. seyn r und t die beyden Sterne, zieht man durch dieselben die Abweichungskreise Pn und Pm; in welchen nr und mt gegeben ist, so hat man in dem sphärischen schiefwinklichten Dreyeck rPt, Pr und Pt das Complement beyder Abweichungen und den Winkel P = den Unterschied beyder geraden Aufsteigung = nm. Hieraus ist rt zu finden, wenn von t aus auf Pr ein Perpendicul tc gefällt wird um das schiefe Dreyeck rPt in zwey rechtwinklichte zu verwandeln. Und da in diesem Fall eben so wie bey der Aufgabe §. 198 zwey Seiten Pr und Pt mit ihren eingeschloßenen Winkel P gegeben sind, und die diesen Winkel gegen über stehende Seite rt verlangt wird, so sind auch die Formeln zur Auflösung eben dieselben, Fig. 49*** bildet gegenwärtiges Dreyeck nach der hier vorkommenden

Lage

Lage ab, und zeigt das bekannte und zu suchende in demselben.

§. 201. Aus der gegebenen geraden Aufsteigung der Sonne und eines Sterns die Zeit der *Culmination* des Sterns? Man ziehe von der geraden Aufsteigung des Sterns die von der Sonne ab, und verwandle den übrig bleibenden Bogen des Aequators nach der Tafel §. 181 in mittlere Sonnenzeit, so ergiebt sich bis auf einige Secunden genau, die Zeit da der Stern an dem vorgegebenen Tage nach Mittage im Meridian kommt.

§. 202. Aus der bekannten Abweichung eines Sterns ob derselbe unter einer gegebenen Polhöhe aufgehe oder nicht, und ob er niemals untergehe? Wenn die südliche Abweichung größer ist als die Höhe des Aequators oder das Complement der Polhöhe wie Fig. 47. für den Stern a, so kann der Stern nie übern Horizont in Süden sichtbar werden; im Gegentheil wenn, wie bey dem Stern b, die nordliche Abweichung größer ist als die Höhe des Aequators übern Horizont in Süden oder deßen Vertiefung untern Horizont in Norden, so kann derselbe niemals in Norden untergehen.

§. 203. Aus der bekannten Polhöhe, wie lange die nächtliche Dämmerung im Sommer dauert? Wenn die Sonne 18° untern Horizont steht; so geht des Morgens die Dämmerung an und hört des Abends auf; sie muß also zur Zeit der nächtlichen Dämmerung im Sommer auch selbst um Mitternacht nicht 18° untern Horizont kommen. Wird demnach von dem Complement der Polhöhe oder

der Aequatorhöhe, nemlich nach Fig. 47. von HA = RQ 18° abgezogen, so bleibt die nordliche Abweichung der Sonne, für die Zeit da das Tageslicht anfängt und aufhört die ganze Nacht hindurch zu schimmern, übrig. Sucht man aus den Ephemeriden die Tage da die Sonne im Sommer vor und nach 0° ♋ diese Abweichung erreicht, so geben solche die gesuchte Zwischenzeit.

§. 204. *Aus der beobachteten Culmination eines Sterns, die Stunde der Nacht?* Ist, wenn die gerade Aufsteigung der Sonne an dem Tage und eben dies von dem Stern bekannt ist, das Gegentheil von der Aufgabe §. 201.

§. 205. *Die Stunde der Nacht, aus der unter einer bekannten Polhöhe beobachteten Höhe eines Sterns, deßen Abweichung bekannt ist?* Wird auf gleiche Art wie §. 199 aufgelöset, nur daß hier vorher die Zeit der Culmination des Sterns nach §. 201 zu suchen ist, wo alsdann der gefundene Stundenwinkel P von der Zeit der Culmination abgezogen, wenn der Stern an der Ostseite; hingegen dazu addirt wenn er an der Westseite des Meridians steht, die verlangte Zeit der Nacht giebt.

Von der besondern Bewegung der Fixsterne oder der Vorrückung der Aequinoctialpuncte.

§. 206.

Die Fixsterne behalten beständig eine gleiche Stellung gegen einander, unterdeßen scheint es, als wenn alle gemeinschaftlich in mit der Ecliptik paral-

parallel liegenden Kreisen von Abend gegen Morgen, wie wohl sehr langsam, nemlich in 70 Jahren nur um einen Grad fortrücken, und sich folglich um die Pole der Ecliptik bewegen. Hieraus entsteht eine beständige Zunahme ihrer Länge oder grössere Entfernung von den Puncten der Tag- und Nachtgleichen, welches schon Hipparchus bemerkte als er seine Beobachtungen mit den ältern des Tymocharis verglich.

§. 207. Entweder verrücken sich nun die Fixsterne wirklich in Ansehung der Aequinoctialpuncte und den auf der Ecliptik senkrecht stehenden Breitenkreisen von Abend nach Morgen, oder jene Puncte weichen mit diesen Kreisen um eben so viel in einer gleichen Zeit nach Abend zurück, denn beyde Voraussetzungen geben einerley Erscheinung, wie wol die letztere die richtigste ist. Daher kommen die Aequinoctialpuncte des ♈ nnd der ♎ der von Abend nach Morgen laufenden Sonne jährlich etwas entgegen, so daß die Sonne eher einen dieser Puncte als den nemlichen Fixstern wieder erreicht, und daher wird diese Bewegung auch die Vorrückung der Aequinoctialpuncte (Praecessio aequinoctiorum) genennt.

§. 208. Die eigentliche Größe dieser Vorrückung, oder welches einerley ist, die Zunahme der Länge der Fixsterne trägt jährlich nach der genauesten Rechnung aus den ältesten und neuesten Beobachtungen 50 bis 51 Secunden aus, und folgende Tafel zeigt dieses für größere Zeiträume.

Bewegung der Fixsterne in der Länge.

Jahre.	Bewegung.		Jahre.	Bewegung.		
	Min.	Sec.		Gr.	Min.	Sec.
1	0	50	40	0	33	33
2	1	41	50	0	41	57
3	2	31	60	0	50	20
4	3	21	70	0	58	44
5	4	12	80	1	7	7
6	5	2	90	1	15	30
7	5	52	100	1	23	54
8	6	43	200	2	47	48
9	7	33	300	4	11	42
10	8	23	500	6	59	30
20	16	47	1000	13	59	0
30	25	10	2000	27	58	0

§. 209. Nach dieser Tafel läßt sich die für eine jede Zeit gegebene Länge eines Fixsterns auf alle folgende reduciren. Sie zeigt auch daß die Fixsterne nach dieser langsamen Bewegung erst in 25700 Jahren ihren Umlauf um die Pole der Ecliptik vollenden werden, und dann, daß sie sich seit der Zeit da ihre Stellung gegen die Aequinoctialpuncte und den größten Kreisen der Himmelskugel zuerst beobachtet worden, nemlich seit etwa 2000 Jahren um fast 30° in der Ecliptik gezählt, von 0° ♈ oder einen jeden andern Punct verrückt und weiter gegen Morgen befinden müssen.

§ 210. Es sey nach Fig. 50. AM die Ecliptik, DC der Aequator, welche jene in ♈ unter den Winkel von 23½° durchschneidet. Vor 2000 Jahren stan-

standen die Sterne des Widders in der Gegend n und vornemlich der Stern γ am Ohr des Widders senkrecht über ♈ als dem Frühlingsäquinoctialpunct in g oder seine Länge war 0° ♈. Zu unsrer Zeit aber ist der Punct ♈ aus den Sternen des Widders fast um 30° gegen Abend in r bis zwischen die Sterne der Fische zurück gewichen, oder das Bild des Widders erscheint um so viel von ♈ gegen Morgen, welche Entfernung ehedem der Stier hatte.

§. 211. Und so sind anjetzt alle Sterne eines jeden Bildes von der Ecliptik bis zu ihren Polen hinauf in allen Parallelkreisen um einen gleichen Bogen weiter nach Morgen als zur Zeit da man anfieng ihren Stand nach den Graden des Thierkreises zu bestimmen, anzutreffen. Unterdeßen behalten die Astronomen sehr schicklich noch immer die alte Benennung der Zeichen des Thierkreises nach den ihnen damals benachbarten Gestirnen bey, ohne auf ihre jetzige Entfernung von einander zu sehen. Es ist daher in unsern Zeiten der Unterschied zwischen gleichnamigen Zeichen und Bildern wohl zu merken, denn wenn in Ephemeriden z. B. der Mond im 10° ♉ gesetzt wird, so bezieht sich dies allemal auf das alte Zeichen des ♉ und man muß folglich diesen Himmelskörper nicht im Bilde des Stiers sondern des Widders am Himmel erwarten, und so mit allen übrigen.

§. 212. Stellt man eine Himmelskugel auf den $66\frac{1}{2}°$ der nordlichen Polhöhe als das Complement der Schiefe der Ecliptik und den Nordpol der Ecliptik im Zenith, so liegt die Ecliptik im Hori-

 zont

zont und ihr Südpol im Nadir. Wird alsdann der Globus in dieser Lage befestigt, so kann man sich sehr begreiflich machen, was aus der von Morgen nach Abend rückwärts gehenden Bewegung der Aequinoctialpuncte längst der Ecliptik für Erscheinungen entstehen. Alle auf der Ecliptik senkrecht stehende Breitenkreise ziehen sich nach und nach durch andere mehr Abendwärts liegende Sterne und folglich muß die zwischen ihnen gezählte Länge der Fixsterne immer zunehmen, obgleich die Breite derselben unverändert bleibt, ferner wird sich hierdurch auch die gerade Aufsteigung und Abweichung aller Sterne ändern ꝛc.

§. 213. Auch die 50ste Figur zeigt bereits dieses. Vor 2000 Jahren war des Sterns γ Länge in a = 0°; Breite o g nordlich; gerade Aufsteigung s o vor ♈; nordliche Abweichung s g. Anjetzt aber ist seine Länge r o; gerade Aufsteigung r h nach ♈; nordliche Abweichung h g und nur die Breite o g ist unverändert geblieben, weil die Verrückung mit MA oder der Ecliptik parallel gegangen.

§. 214. Da sich durch die Vorrückung der Aequinoctialpuncte die Fixsterne um die Pole der Ecliptik und nicht um die Weltpole zu bewegen scheinen, so müßen sie ihren Stand gegen die letztern nach langen Zeiten ändern. Es sey nach Fig. 51. ♈ ♋ ♎ ♑ der Kreis der Ecliptik, E ihr Nordpol, a b c d ein durch unsern Polarstern S gehender Parallelkreis der Ecliptik, in welchen er folglich nach der Richtung a b c etc. seinen Umlauf um E in 25700 Jahren vollendet. N sey der nordliche

Welt-

Weltpol, oder Nordpol des Aequators, welcher $23\frac{1}{2}^{\circ}$ von E liegt, so ergiebt sich deutlich das der Stern S dem Pol N in c am nächsten kommt, wenn folglich seine Länge 0° ♋ fällt, und eben dies erfolgt da der Stern in S stehen bleibt, wenn die Puncte ♈ und ♎ so weit zurückgehen, daß ♋ oder der Breitenkreis EN♋ mit den Weltpol N in e anlangt. Anjetzt ist die Länge des Polarsterns $25\frac{1}{2}^{\circ}$ ♊ und so läßt sich nach der vorigen Tafel finden, daß er nach etwa 320 Jahren dem Nordpol N am nächsten stehen wird. Seine Entfernung wird alsdann 29 Min. nach Süden seyn welche anjetzt noch fast 2° austrägt. Daher sind ehedem andere Sterne in der Nachbarschaft des Nordpols gewesen und unser jetziger wird sich auch einstens wieder davon entfernen. S. meine Anleitung ꝛc. Seite 373.

§. 215. Wegen dieser Vorrückung erfordern alle Himmelscharten und Globen mit der Zeit die Reduction der Länge der Sterne von dem Jahr für welches sie verfertigt worden, auf das gegenwärtige; will man aber nur den Stand der Sterne gegen einander oder die Sternbilder dadurch kennen lernen, so werden sie immer einige Jahrhunderte ohne merklichen Fehler zu gebrauchen seyn.

§. 216. Die Erklärung der Ursache, woher die Aequinoctialpuncte sich beständig und jährlich um 50 bis 51 Secunden zurückbewegen, gehört in die physische Astronomie, und setzt eine genaue Kenntniß der Neutonischen Mondstheorie oder der Gesetze nach welchen sich die Himmelskörper wechselseitig

 an-

anziehen, voraus, welche hier noch nicht ihren Platz finden können.

Von der Refraction oder Brechung der Lichtstralen.

§. 217.

Die Brechung der Lichtstralen heißt ihre Abweichung von der geraden Linie, wenn sie schief durch Materien oder Mittel von verschiedener Dichtigkeit gehen. Was hievon zu unsern Plan gehört sind vornemlich folgende Erfahrungssätze:

§. 218. Ein Lichtstral, welcher aus einer dünnern oder feinern Materie in eine dichtere als z. B. nach Fig. 52. acb aus der Luft ins Wasser ECF übergeht, bricht sich auf der Stelle c wo er diese dichtere Materie berührt oder weicht von seinem geraden Wege ab, dergestalt, daß er sich einer durch den Punct c senkrecht auf EF gezogenen Linie dcn nähert und von c nach m hinfällt, als wenn er aus i gekommen wäre, acF heißt hierbey der Einfalls= und bcm der Brechungswinkel und die Erfahrung lehrt, daß der letztere bis auf eine, bey gleichen Materien beständige Größe zunimmt, nachdem der erste kleiner wird, oder daß die Refraction des Lichtstrals acb stärker wird, je schiefer er auf EF einfällt. Wenn hingegen dieser Stral loth= oder senkrecht auf EF nach der Richtung dc einfällt, so wird er nicht gebrochen, sondern fährt in allen Fällen von c gerade nach n hin.

§. 219. Um sich von der Wirkung der Stralenbrechung durch den Augenschein zu belehren, ist folgender Versuch sehr dienlich. In einer Schaale D Fig. 53. lege man eine Münze a, trete alsdann bis in c zurück, so daß der Rand der Schaale r die Münze völlig verdeckt, gieße hierauf in unverrückter Stellung Wasser in die Schaale, so wird die Münze aus c betrachtet zu Gesicht kommen und sich immer mehr zu heben scheinen je mehr Wasser aufgegossen wird, wobey demnach das Auge in c die Münze durch Hülfe des gebrochenen Strals c i b sieht, wie die vorige Erklärung zeiget.

§. 220. Hieraus läßt sich folgern, daß die Lichtstralen der Himmelskörper einer solchen Brechung unterworfen seyn müßen, wenn sie aus der feinern Himmelsluft oder dem Aether in unsern viel dichtern Dunstkreis (Atmosphäre) übergehen, und daß wir folglich, da uns allenthalben die Luft umgiebt, nur wenige Himmelskörper an ihrem rechten Orte sehen, wie wohl im vorausgesagt, der Unterschied in den mehresten Ständen unmerklich ist.

§. 221. Gesetzt nach Fig 54. sey C die Erde und a b c d ihre Atmosphäre. Die bald aufgehende Sonne stehe noch etwas unter dem scheinbaren oder wahren Horizont r T oder n m in S, so werden ihre Lichtstralen den Luftkreis in d schon berühren, und daselbst gebrochen statt gegen o hinaus zu fahren nach dem Punct r auf der Erdoberfläche hinkommen. Hier wird nun einem Zuschauer die Sonne nach der Richtung des gebrochenen Lichtstrals r d nach h hinaus schon über den Horizont

zont hinaus aufgegangen zu seyn scheinen, welche doch noch wirklich unter demselben steht, und im Gegentheil wenn S die bereits untergegangene Sonne wäre, so würde selbige wegen der Refraction ihrer Stralen von r aus noch etwas übern Horizont nach h hinaus sich zeigen, so daß in beyden Fällen die Sonne höher erscheint als sie wirklich steht.

§. 222. Dies letztere ist nun die allgemeine Wirkung der astronomischen Stralenbrechung, daß nemlich alle Himmelskörper vom Horizont herauf in einen und denselben Verticalkreis, also senkrecht höher erscheinen. Sie ist am Horizont selbst am merklichsten weil da die Lichtstralen unter der größten möglichen Schiefe den Dunstkreis berühren, folglich am stärksten gebrochen werden, und trägt nach den Beobachtungen etwa 32 Minuten aus, nimmt aber sehr merklich ab, so bald die Himmelskörper nur wenige Grade hoch stehen, so daß sie auf dem halben Wege bis zum Zenith oder in der Höhe von 45° nur noch eine Minute groß ist. Von da wird sie noch mehr und ziemlich gleichförmig geringer und hört im Zenith selbst völlig auf, weil da die Lichtstralen ohne Brechung senkrecht durch die Luft herunterschießen.

§. 223. Da die Atmosphäre von sehr ungleicher Dichtigkeit ist und mit der Entfernung von der Erdoberfläche immer dünner wird, so leidet der Lichtstral d r indem er durch die Luft gegen die Erde fährt verschiedene Brechungen, und erhält dadurch eine gewiße Krümmung, nach deren Tangente von a hinaus wir zuletzt die Sonne oder den

Stern

Stern von welchen er kam an der scheinbaren Himmelskugel zu sehen glauben. Es sind aber die Gesetze, nach welchen die Dichtigkeit der Luft in den höhern Gegenden abnimmt, noch wenig bekannt und überdem ist die Luft in den verschiedenen Jahr und Tageszeiten von einer veränderlichen Beschaffenheit, daher denn die jedesmalige genaue Größe der Stralenbrechung, vornemlich am Horizont sich schwerlich bestimmen läßt.

§. 224. Die Astronomen haben unterdeßen nach gewißen angenommenen Hypothesen, daß nemlich die Atmosphäre in verschiedenen Regionen oder concentrischen Schichten von veränderlicher Dichtigkeit abgetheilt sey, Tabellen für die Stralenbrechung am Himmel in allen Höhen berechnet, welche mit den Beobachtungen ziemlich übereinstimmen, wovon hier eine im Auszuge folget:

scheinbare Höhe.	Refraction.		scheinbare Höhe.	Refraction.		scheinbare Höhe.	Refraction.	
Grad.	Min.	Sec.	Grad.	Min.	Sec.	Grad.	Min.	Sec.
0	32	24	7	7	32	30	1	42
1	24	21	8	6	40	40	1	10
2	18	41	9	5	58	50	0	49
3	14	46	10	5	24	60	0	34
4	12	3	15	3	36	70	0	21
5	10	5	20	2	40	80	0	10
6	8	39	25	2	6	90	0	0

Nach dieser Tafel wäre also, wenn die scheinbare Höhe eines Sterns mit einem Quadranten gemeßen

15 Grad austrüge, von derselben 3′ 36″ zu subtrahiren um deßen wahre Höhe zu haben.

§. 225. Die Stralenbrechung am Horizont beschleunigt den Aufgang der Himmelskörper und verzögert ihren Untergang, wie sich aus §. 221. ergiebt, welches bey der Sonne in unsern Gegenden zur Zeit der Solstitien an 5 Min. und der Aequinoctien $3\frac{1}{4}$ Min in Zeit austragen kann. Sie ist ferner die Ursache, daß die Scheiben der Sonne und des Mondes am Horizont ihre runde Gestalt verlieren und oval auch wohl ausgezackt erscheinen. Die ovale Figur kommt daher weil nur ihr verticaler und nicht ihr horizontaler Durchmeßer durch die Stralenbrechung verändert wird. Endlich haben wir auch derselben die Morgen und Abenddämmerung zu danken, wobey die Lichtstralen der Sonne eine gute Weile vor und nach ihren Auf- und Untergang in der Luft gebrochen werden.

Von der Parallaxe.

§. 226.

Wenn nach Fig. 55. der Körper C von a aus betrachtet wird, so erscheint er gegen den Punct m der Wand DE und von b aus gegen n. Der Unterschied dieser beyden Oerter n m oder der Winkel r = s heißt: Parallaxe und ist folglich die Neigung der Gesichtslinien hinterhalb einen freystehenden Körper, wenn er aus zwey verschiedenen Ständen gesehen wird.

§. 227.

§. 227. Diese Erklärung läßt sich gleich in der Astronomie anwenden. Wir beobachten nemlich alle Himmelskörper von der Oberfläche der Erde, auf welcher sich unzählige Gesichtspuncte annehmen laßen, die schon je zwey und zwey, ziemlich von einander entfernte, zusammen genommen, auf die Vorstellung einer Parallaxe am Himmel führen. Allein der Astronom ist zugleich genöthigt den Zuschauer der Welt sich im Mittelpunct der Erde gestellt zu gedenken, weil dies ein und derselbe Punct für alle Erdbewohner ist, und sich daher annehmen läßt, daß von demselben aus betrachtet alle Himmelskörper, sie mögen noch so nahe oder ferne seyn, allemal an ihren rechten Ort erscheinen. Daher heißt der scheinbare Ort eines Himmelskörpers derjenige wo er von einem jeden Punct der Oberfläche der Erde; der wahre hingegen, wo er zu gleicher Zeit aus dem Mittelpunct derselben an der scheinbaren Himmelskugel gesehen wird und der Unterschied zwischen beyden seine Parallaxe.

§. 228. Nach Fig. 56. sey T der Mittelpunct der Erde und n ein Punct ihrer Oberfläche; AZH der Kreis der eingebildeten Himmelskugel; SSS ein Kreis worin ein gewißer Planet und abc worin der Mond täglich herumläuft. AH ist der wahre und mnm der scheinbare Horizont. Die Linie Tnc steht senkrecht auf beyden und führt zum Zenith Z. Steht nun der Mond in a und geht folglich für n auf oder unter, so wird er von n aus im scheinbaren Horizont nach m; von T aber nach h gesehen. Jener ist sein scheinbarer und dieser sein wahrer

Ort

Ort, und daher mh welchen man hier h a m gleich setzen kann, die Parallaxe. Auf eben die Art zeigt die Figur die Parallaxe des Mondes in der Höhe b; ingleichen von dem Planeten S.

§. 229. Die Parallaxe ist 1) am Horizont am größten, nimmt mit der zunehmenden Höhe eines Himmelskörpers über den Horizont ab, und mit der abnehmenden zu, und hört im Zenith völlig auf. Sie wird ferner 2) immer geringer, je weiter der Himmelskörper von der Erde entfernt ist und umgekehrt. Beydes lehrt die Figur durch den Augenschein. Eben so zeigt dieselbe, daß wegen der Wirkung der Parallaxe, alle Himmelskörper bey welchen sie noch merklich ist, auf der Oberfläche der Erde in einen jeden Verticalkreis worin sie stehen wie ZH, ZA niedriger erscheinen als aus dem Mittelpunct der Erde, so daß also ihr wahrer Stand senkrecht gegen den Horizont also ohne Veränderung des Azimuths verrückt wird, und daher heißt die bisher betrachtete Parallaxe, die Parallaxe der Höhe, welche in den mehresten Fällen eine Parallaxe der Länge, Breite, geraden Aufsteigung und Abweichung nach sich zieht, wie sich auf einem Globus deutlich machen läßt.

§. 230. Aus der horizontalen Parallaxe eines himmlischen Körpers läßt sich seine Parallaxe in einer jeden scheinbaren Höhe über den Horizont nach folgenden Regeln leicht zu finden. In den bey n rechtwinklichten ebenen Dreyeck n T a verhält sich:

Sin.

Sin. a : nT = Sin. n : Ta

und in dem stumpfwink-

lichten bnT Sin. b : nT = Sin. bnT : Tb

Ta = Tb

aus beyden folgt: Sin. n : Sin. bnT = Sin. a : Sin. b oder in Worten: Der Sinus totus oder Radius = 1 verhält sich zum Sinus des scheinbaren Abstandes vom Zenith bnZ (denn der Sinus von bnT ist dem Sinus von bnZ gleich §. 25.) oder Cosinus der scheinbaren Höhe bnm, wie der Sinus der horizontalen Parallaxe zum Sinus der in der gegebenen Höhe gesuchten. Da aber der Radius = 1 nicht dividirt und die horizontale Parallaxe auch selbst des nächsten Himmelskörpers, des Mondes, nie viel über einen Grad gehet, wobey sich zwischen Bogen und Sinus kein merklicher Unterschied zeigt, so wird b durch a $\times$ Cos. bnm gefunden.

§. 231. Der wichtigste Nutzen, welchen die Kenntniß der Parallaxe in der Astronomie leistet, ist, daß wir durch ihr zu einer richtigen Berechnung der Entfernung derjenigen Himmelskörper bey welchen sie noch statt hat, geführt werden. Gesetzt der Mond stehe nach Fig. 56. im scheinbaren Horizont in a und in den bey n rechtwinklichten Dreyeck nTa sey der parallactische Winkel naT, imgleichen der Halbmeßer der Erde Tn in Meilen bekannt, so läßt sich bereits nach obiger Formel Ta oder die Entfernung des Mondes vom Mittelpunct der Erde in Meilen finden. Wird aber Tn = k; naT = a; Ta = h gesetzt und der rechte Winkel n nicht gerechnet, (§. 33.) so ist das Dreyeck V wie

H das

das in Fig. 29. bezeichnet und nach §. 33.
$k = h \times \text{Sin. } a$ oder versetzt, da h gesucht wird:

$$h = \frac{k}{\text{Sin. } a}$$

Steht aber der Mond übern Horizont in b so muß in dem Dreyeck bnT außer dem parallactischen Winkel nbT und Erdhalbmeßer Tn, auch seine scheinbare Höhe bnm deren Complement der Abstand vom Zenith bnZ ist bekannt seyn, um Tb die Entfernung des Mondes vom Mittelpunct der Erde zu finden, wozu gleichfalls die oben angesetzte Formel (nach §. 35 und Fig. 30.) dient. Aus derselben ist folgende allgemeine Regel abzuleiten: **Der Sinus des parallactischen Winkels, verhält sich zum Sinus der scheinbaren Weite vom Zenith oder Cosinus der scheinbaren Höhe (§. 230.), wie der Halbmeßer der Erde zur Entfernung des himmlischen Körpers.**

§. 232. Diese Regel bringt aber die Entfernung eines Himmelskörpers immer unsicherer oder weniger genau heraus, wenn deßen Entfernung so groß wird daß der Halbmeßer der Erde anfängt dagegen kein Verhältniß mehr zu haben, weil alsdenn der parallactische Winkel sehr klein ausfällt, so daß ein geringer Fehler in seiner Bestimmung den Himmelskörper gleich um eine große Weite näher oder ferner setzt, wie sich leicht beweisen läßt. Zeigte sich aber in diesem Falle den Astronomen eine Gelegenheit, eine bekannte größere Seite als der Erdhalbmeßer in dem vorkommenden parallactischen Drey-

Dreyeck zum Grunde zu legen, so würde er hierdurch die Entfernung des entlegenern Himmelskörpers mit mehr Zuverläßigkeit bestimmen können, wozu es in der Astronomie wirklich Anläße giebt. Denn der Erdhalbmeßer kann, um dies hier vorläufig zu sagen, eigentlich nur bey Berechnung der Entfernung des Mondes dienen; bey der Sonne und den mehresten Planeten wird er schon sehr geringe und bey den entferntern Planeten und den Fixsternen verschwindet er gänzlich, wo alsdann der Astronom zu andern Hülfsmitteln schreiten muß, um ihre Entfernung einigermaaßen zu finden oder zu vermuthen.

§. 233. Parallaxe und Refraction zusammen genommen, machen daß wir die Himmelsköper im genauesten Verstande, eigentlich nur im Scheitelpunct an ihren rechten Ort der scheinbaren Himmelskugel sehen. Beyde wirken senkrecht, also allemal in einem Verticalkreise, so daß durch erstere die Himmelskörper niedriger und durch leztere höher zu stehen scheinen und beydes geschieht am Horizont am stärksten. Die Refraction ist bey allen gleich groß, sie mögen nahe oder ferne seyn; die Parallaxe hingegen hängt blos von ihrer Entfernung ab, und kommt nur beym Monde, der Sonne und einigen Planeten noch in Rechnung. Bey den Fixsternen hingegen verschwindet sie gänzlich und es bleibt bey der Reducirung ihrer beobachteten scheinbaren Höhe auf die wahre nur die Wirkung der Refraction zu betrachten übrig.

Fünfter Abschnitt.

Von der Figur und Größe der Erde, Abtheilungen ihrer Oberfläche, Lage und Bewegung im Weltraum.

Von der Figur der Erde.

§. 234.

Die Erde ist, der nähern Betrachtung ihrer gesitteten Bewohner vorzüglich würdig, und besonders dient zuerst eine richtige Bestimmung ihrer eigentlichen Gestalt, um viele gänzlich davon abhängende Erscheinungen am Himmel zu erklären, wenn sie nicht auch schon der allgemeinen Kenntniß ihrer Oberfläche, oder der Erdbeschreibung und Schiffahrt die wichtigsten Vortheile leistete.

§. 235. Die ältesten Völker haben verschiedene und mehrentheils ungereimte Gedanken von der Figur der Erde gehabt. Viele glaubten, daß sie eine große weit ausgebreitete kreisförmige Ebene sey wie der Augenschein lehrt, durch welchen Wahn noch jetzt der gemeine Mann hiebey getäuscht wird. Die Chaldäer lehrten die Erde sey einem Schifferboote ähnlich, andere sie hätte die Gestalt einer Pyramide, eines Würfels rc. Leucipp verglich sie mit einer Walze und Democrit mit einer Schüssel.

§. 236

§. 236. Dergleichen ungegründete Voraussetzungen konnten sich aber nur so lange erhalten, als die Sternwissenschaft noch unvollkommen blieb. Denn so bald sich die astronomischen Kenntniße vermehrten, lies sich aus vielen Erscheinungen am Himmel eine richtigere Erklärung der Figur der Erde folgern. Hiezu fand sich gleich Gelegenheit, als die Alten anfiengen weite Land und Seereisen vorzunehmen, denn dabey wurden sie zuerst aus den veränderlichen Stand der Sterne gegen den Scheitelpunct und Horizont, und Entdeckung neuer Sterne so wie sie sich an entlegenen Orten begaben, auch selbst durch die Bemerkung wie weit entfernte erhabene Gegenstände auf der See und dem Lande zuerst zu Gesicht kommen, auf die Vorstellung gebracht, daß der Erdkörper eine kugelähnliche Gestalt haben müße. Thales, Anaximander, Parmenides, Pythagoras und andere lehrten dies öffentlich, doch glaubten noch einige, die Erdkugel schwimme auf einem unbegränzten Meere, aus welchem sich die Sonne des Morgens erhebt und des Abends hinabsinkt.

§. 237. Den ersten und allgemeinsten Beweiß von der Kugelgestalt der Erde geben die Mondfinsterniße. Denn bey denselben geht der Mond durch einen Schatten von welchen sich allemal ein Stück von einer runden Scheibe auf dem Mond zeigt, er mag mitten oder nur zum Theil Nord- oder Südwärts hindurch gehen. Da nun die Astronomie lehrt, daß dieß der Schatten der Erde sey, welcher der Sonne gerade gegen über auf den Mond

 fällt,

fällt, und nur eine Kugel in allen möglichen Stellungen; eine platte Scheibe, eine Walze, Kegel und Kugelstück aber nur in einem einzigen Stande gegen dem Lichte einen kreisförmigen Schatten werfen kann, so wird hierdurch die Sache auf einmal entschieden. Die Berge und überhaupt die größern Unebenheiten der Erdoberfläche sind gegen die ganze Erde zu geringe, als daß sie ihre Kugelgestalt merklich verändern sollten, wie sie sich dann auch deswegen am Rande des Erdschattens im Monde nicht zeigen.

§. 238. Man kann auch selbst auf der Oberfläche der Erde Beweise ihrer Ründung finden. Denn darauf treffen wir nirgends Gränzen an, welche doch statt haben müßten, wenn die Erde eine platte Scheibe wäre, und dies ist gerade die Eigenschaft einer Kugel. Dann ist die Erde schon über zwanzigmal umsegelt worden, und diese Schiffahrer kamen wieder in den Hafen ihrer Ausfahrt an ohne auf dieser Reise mit ihrem Schiff umwenden zu dürfen. Magellan war der erste welcher diese Fahrt vom 10 Aug. 1519 bis 7 Sept. 1522 vornahm, und die beyden neuesten Umschiffungen der Erde haben 1771 Capitain Cook mit Doctor Solander und Herr Banks; 1775 abermal Cook mit beyden Herrn Forsters ausgeführt. Alle diese Seereisen, die letzte ausgenommen, sind von Morgen gegen Abend geschehen, und zeigen, daß die aus Land und Wasser bestehende Erdoberfläche überall frey und bewohnbar sey, und daß folglich der Erdkörper nirgends aufliege sondern frey

im

im Weltraum schwebe. Da auch die Reisenden zu Land und Wasser die Spitzen entfernter Berge, Thürme, Maßbäume immer eher als den Fuß derselben sehen, so dient dies ebenfalls zum Beweise, daß die Erdoberfläche eine Krümmung haben müße, denn wenn nach Fig. 57. nag die Oberfläche der Erde ist, so wird von a aus nur erst die Spitze d des Berges c gesehen, es kommt aber immer mehr von demselben zu Gesicht, je weiter man von a gegen e sich begiebt. Endlich gründen sich die Regeln nach welcher der Schiffahrer über den Ocean hinsegelt auf die Voraussetzung daß die Erde einer Kugel ähnlich sey, und da diese Regeln allemal zutreffen, so muß wohl die angenommene Gestalt der Erde die richtige seyn.

§. 239. Ferner lehren uns die veränderlichen Stellungen der Himmelskörper gegen unsern Scheitelpunct und Horizont, wenn wir uns von einem Ort zum andern begeben, daß die Erde eine Kugelgestalt habe. Sie ist einmal rund von Norden nach Süden, denn wenn ein Reisender seinen Weg gerade nach Norden nimmt, so findet er, daß sich die Nordwärts stehenden Sterne immer mehr seinem Zenith nähern oder höher übern Horizont kommen, und eben dies nimmt er an den Südlichen wahr, wenn er gerade nach Süden reiset.

§. 240. Daß diese Erscheinungen blos der bogenähnlichen Gestalt der Erdoberfläche zuzuschreiben sey, und daß nicht etwa der Reisende auf einer ebenen Erdfläche horizontal bis unter die anfangs von seinem Zenith entfernte Sterne hingehe lehrt

die 57 Figur. Es sey a c die vorausgesetzte ebene Fläche der Erde; abg aber ihre Kugelgestalt. In a erscheine der Stern S im Zenith Z und in t stehe ein anderer Stern einige Grade davon. So müßte der Bewohner einer ebenen Erdfläche von a bis in c und gerade eben so weit als beyde Sterne von einander stehen, welche Weite wie die Astronomie lehrt aufs wenigste einige Millionen Meilen austragen könnte, fortreisen um den Stern t im Zenith zu bekommen und dies streitet wieder alle Erfahrung; hingegen auf einer kugelähnlichen Erde braucht er nur zu gleichem Endzweck von a bis b zu gehen, welcher Weg, wenn der Winkel α oder der Bogen s t 6° groß wäre, nur den 60sten Theil vom Umfange der Erde in einem angenommenen Meilenmaaße austrägt, welches völlig mit der Erfahrung übereinstimmt.

§. 241. Eben so ist die Erde rund von Osten gegen Westen, denn die Sonne und alle übrige Himmelskörper gehen allen Bewohnern der Erde nicht zu gleicher Zeit auf oder unter, welches doch geschehen müßte, wenn sie alle die Seite einer ebenen Erdfläche bewohnten. Die Erfahrung lehrt vielmehr, daß Sonne und Sterne in den weiter ostwärts liegenden Ländern allemal früher; in den mehr westlich liegenden aber später auf- und untergehen. Denn z. B. nach Fig. 58. geht die Sonne in S für den Punct der Erde a auf und für c unter; in T für b auf und für d unter; in V für e auf und für k unter 2c. so wie sie von Morgen gegen Abend am Himmel fortrückt, und in jedem Augenblick

blick die halbe Erdkugel auf einmal erleuchtet. Hieraus und aus den vorigen folgt ohne Zweifel, daß die Erde von allen Seiten rund und daher eine Kugel sey.

Nähere Bestimmung der Figur der Erde.

§. 242.

Ob aber die Erde überall vollkommen kugelrund sey, die Ungleichheiten, welche Berge und Thäler auf ihrer Oberfläche verursachen zu geschweigen, ist eine andere Frage, auf deren Untersuchung die Naturforscher erst in den neuern Zeiten gekommen sind, nachdem die richtige Meynung von einer 24stündlichen Umwälzung der Erdkugel über Vorurtheile und Aberglauben siegte und allgemeinen Beyfall fand.

§. 243. Wenn eine Kugel schnell um ihre Axe gedreht wird, so ist mitten um derselben oder 90° von den Polen der Umschwung am stärksten, welcher an den Polen völlig aufhört. Die Theile ihrer Oberfläche erhalten daher ein immer größeres Bestreben sich senkrecht von der Axe zu entfernen, je weiter sie von den Polen liegen und mitten um die Kugel oder in ihrem Aequator (den man sich nach §. 93 um eine jede Kugel gedenken kann) wird dies Bestreben am wirksamsten, weil sich daselbst die Theile in den größten Kreis umschwingen.

§. 244. Wäre nun diese Kugel von einer noch nicht erhärteten Masse, etwa von weichem Leim formirt, so würde dieselbe bey einer schnellen Umdre-

hung von der vom Mittelpunct fliehenden Kraft der Theile, eine gegen ihre Pole etwas eingedrückte, oder um den Aequator etwas erhabnere Gestalt erhalten. Und aus ähnlichen Gründen schloß nun Neuton, daß die anfangs noch weiche Erdkugel durch ihre Axendrehung, ehe ihre Maße gänzlich erhärtet, nach und nach eine um ihre Pole etwas flächere Kugel geworden seyn müsse. Er brachte sogar aus tiefsinnigen Schlüssen und Rechnungen heraus, indem er aus den erfundenen Gesetzen der Schwer und Fliehkräft der Körper nach den Pendulversuchen, verglichen mit der Größe und Umdrehungszeit der Erdkugel, bewies, daß wenn man den Durchmesser der Erde von einem Pol zum andern 229 setzt, der vom Kreise des Aequators 230 seyn werde.

§. 245. Das was hier Neuton und mit ihm Huygens nach Vernunft- und Erfahrungsgründen über die eigentliche Gestalt der Erde berechnet hatten, wünschte man nachher durch wirkliche Ausmessungen am Himmel und auf der Erde bestätigt zu sehen. Aus den Mondfinsternissen ließ sich unterdessen hierüber wenig zuverläßiges schließen, weil sich dabey aufs höchste nur der achte Theil vom Umkreise des Erdschattens zugleich auf der Mondscheibe zeigt, und die Astronomen waren daher genöthigt zu wirklichen Ausmessungen der Erdründung zu schreiten.

§. 246. Unter andern maaß hierauf Picard im Jahr 1669 unter Ludwig XIV. in den nordlichen Gegenden Frankreichs einen Bogen des Mittags-

tagskreises geometrisch, und diese Messung wurde von Cassini in den Jahren 1683 und 1700 von Paris bis zu den Pyrenäischen Gebürgen fortgesetzt. Dieser fand aus genauen Vergleichungen mit den veränderlichen Stande des einen oder andern Sterns gegen den Zenith, im nordlichen und südlichen Frankreich, die Größe eines Grades vom Meridian oder der Breite Südwärts von Paris 57126 und Nordwärts 57055 franz. Klafter (Toisen) woraus folgen würde, daß die Grade gegen die Pole kleiner wären, und folglich die Erde eine gegen die Pole länglichte Gestalt haben müsse, welches gerade das Gegentheil von Neutons Meynung war.

§. 247. Denn es sey nach Figur 59 ABCD die länglichte oder elliptische Ründung der Erde. So wäre nach Cassini Voraussetzung AC der Durchmesser der Erdaxe und BD des Aequators, weil man nach seiner Beobachtung in der Gegend A oder C nicht so weit gehen dürfe um die Krümmung der Erdoberfläche zu bemerken, als um D oder B welches der Anblick der Figur lehrt, dergestalt schiene die Ründung der Erdfläche um die Pole einer kleinern Kugel; die um den Aequator aber einer größern zuzugehören. Neuton aber hatte herausgebracht daß BD die Erdaxe, und AC den Durchmesser des Aequators abbilden müsse, woraus eine um die Pole flächere Erdkugel sich folgern ließe.

§. 248. Diese verschiedene Meynungen veranlaßten unter den französischen und englischen Gelehrten

lehrten verschiedene Streitigkeiten, bis endlich selbst die erstern gegen die Cassinischen Messungen mißtrauisch wurden, und sich überdem leicht beurtheilen ließ, daß auch die durch ganz Frankreich fortgeführte und gemessene Mittagslinie noch ein viel zu kleines Bogenstück vom Erdumkreise sey, um daraus mit einiger Zuverläßigkeit gegen Neutons Hypothese, die sich auf allgemeine physikalische Gründe bezog, eine nach den Polen länglichte Erde herzuleiten, zumal da auch die Abweichung von der genauen Kugelgestalt nicht groß seyn konnte.

§. 249. Um diesen Wiederspruch auf die sicherste Art zu heben, wurde endlich vorgeschlagen, einige Grade des Mittagskreises unter der Mittellinie und so nahe als möglich bey den Polen besonders zu messen. Diesen Vorschlag richteten einige Herren von der französischen Akademie unter Ludewig XV. wirklich ins Werk. Im Jahr 1735 gingen Bouguer, de la Condamine und Godin nach Peru unter Seegel. Sie stellten ihre Beobachtungen in der Landschaft Quito nahe Südwärts am Aequator an, und endigten dieselbe erst im Jahr 1744, nachdem sie einen Bogen von mehr als drey Graden geometrisch gemessen und mit dem Himmel verglichen hatten (auf welche Art dies angestellt wird, zeige ich im folgenden). Im Jahr 1736 reisete Maupertuis nach dem Schwedischen Lappland, und maaß ebenfalls mit seinen Gehülfen in der Gegend der Stadt Tornea einen Grad untern NordlichenPolarcircul, womit er bereits im folgenden Jahr fertig wurde.

§. 250.

§. 250. Der Erfolg dieser mit der äußersten Sorgfalt angestellten Beobachtungen zeigte erstlich, daß die Erde keine vollkommene Kugel sey, weil die Größe der Grade unter den Polen und der Mittellinie ungleich ausfiel. Er bestätigte ferner Neutons Meynung, denn der Grad bey dem Nordpol war um fast 700 franz. 6füßige Klafter größer als der unter der Mittellinie, so daß wir auf einer gegen ihre Pole abgeplatteten Kugel, (Afterkugel Sphæroid) wohnen müssen, von welcher aus vielen Vergleichungen der angestellten Beobachtungen unter andern Maupertuis gefunden, daß sich der Durchmesser ihres Aequators zur Länge der Axe wie 178 zu 177 verhalte. Diese Figur der Erde ergiebt sich ferner aus des de la Caille Gradmessung, welche er im Jahr 1750 auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung unternommen. Es sind auch in Italien und andern Ländern ähnliche Messungen angestellt, welche auf gleiche Folgen führen.

§. 251. Bey dieser sphäroidischen Gestalt der sich um ihre Axe drehenden Erdkugel kann die Schwere oder das Bestreben aller Körper sich dem Mittelpunct der Erde zu nähern, auf ihrer Oberfläche nicht überall gleich groß seyn, denn einmal wird ein gewisser Theil derselben durch die von ihren Umschwung entstehende Fliehkraft aufgehoben, welche unterm Aequator am stärksten ist; ferner wirkt die vom Mittelpunct fliehende Kraft nur daselbst gerade, nach den Polen hin aber schief gegen die Schwere, weil jene senkrecht von der Axe, diese aber senkrecht auf einen jeden Punct der Erdoberfläche

fläche gerichtet ist, denn in den Punct o Fig. 59 wirkt die Fliehkraft nach r o die Schwerkraft aber nach s o. Beyde Wirkungen würden auch bey einer vollkommenen Kugelgestalt der Erde statt finden, da aber bey ihrer Applattung die Länder unterm Aequator überdem weiter vom Mittelpunct der Erde als die untern Polen liegen, so muß deswegen in den erstern die Schwere durch den größern Umschwung noch mehr wie bey der vollkommenen Rundung vermindert werden, da selbige in den letzten mit ihrer ganzen Kraft ungestört auf die Körper wirkt. Unterdessen muß diese letztere Ursache am wenigsten wirken, weil die Applattung der Erdkugel nur geringe ist.

§. 252. Diese Verringerung der Schwere gegen den Aequator haben die Versuche mit den Penduln bewiesen. Richer war der erste, welcher im Jahr 1672 und also lange vor den angestellten Ausmessungen der Erde in Peru und Lappland, die wichtige Entdeckung machte, daß ein auf der Insel Cayenne nahe am Aequator von Paris mitgenommenes Secunden-Pendul, daselbst täglich um zwey Minuten zu langsam ging, und um $1\frac{1}{4}$ Linien verkürzt werden müsse, wenn es seine Secunden richtig schlagen solle. Hieraus ergab sich, daß die Körper unterm Aequator etwas von ihrer Schwere verlieren müßen, indem das von der Schwere hin und her schwankende Pendul auf Cayenne langsamer als zu Paris schlug, welches die Umdrehung der Erdkugel bewies, weil nur dadurch eine solche Verminderung der Schwere entstehen kann. Nach mehrern in

ver-

verschiedenen Ländern mit einer grosen Genauigkeit angestellten Pendul Versuchen zeigte sichs zugleich, daß die Abnahme der Schwere unterm Aequator gröser sey, als die welche blos von dem Umschwunge einer vollkommen runden Erdkugel bewirkt werden könne, wodurch Neutons und Huygens Meynung, daß die Erde eine um ihre Pole flächere Kugel sey bewiesen, und nachher durch wirkliche Ausmessungen bestätigt wurde. Folgende Tafel zeigt die Verlängerung der Penduln gegen die Pole, nach Beobachtungen in verschiedenen Breiten oder Abständen vom Aequator.

Zu Quito oder fast unterm		Länge in franz. Maasse.
Aequator	0° 25′ Südl Br.	36 Zoll 7,10 Lin.
– Portobello	9° 33′ N. Breite.	36 — 7,16 —
– klein Goave	18 27 —	36 — 7,37 —
– Rom	41 54 —	36 — 8,28 —
– Paris	48 50 —	36 — 8,57 —
– Leiden	52 9 —	36 — 8,71 —
– Archangel	64 33 —	36 — 9,10 —

Anmerk. Die Lehre von den Penduln und ihren Schwingungen gehört eigentlich in die Naturlehre. Unterdessen merke ich hier an, daß eine jede Bleykugel an einen etwa $440\frac{7}{10}$ französische Linien langen Faden bey uns als ein Secundenpendul eine Weile dienen kann, wenn es im Schwunge, dieser mag übrigens groß oder klein seyn, gesetzt wird. Die Zeit der Schwingungen wird gleich seyn, wenn es auch gegen seinen Stillstand immer kleinere Bögen beschreibt. Soll es noch einmal so geschwinde schlagen, so wird es 4, bey einer dreyfachen Geschwindigkeit 9mal ꝛc. und so nach den Quadratzahlen der Zeiten kürzer gemacht; im Gegentheil aber nach gleichem Verhältnisse verlängert, wenn es langsamer schwingen soll.

§. 253. Aus diesen beobachteten Pendullängen in verschiedenen Breiten ziehen die Naturforscher die Folge, daß sich die Kräfte der Schwere zweyer vom Aequator ungleich entfernter Oerter gegen einander verhalten wie die Länge der Penduln, welche an beyden ihre Schwingungen in gleichen Zeiten vollenden, und da überdem Neuton die Regel giebt, daß sich das Wachsthum der Schwerkraft vom Aequator bis zu den Polen beynahe nach dem Quadrat vom Sinus der Breite richte, so werden die Längen der Pendüln in gleichem Verhältnisse stehen. Werden hiernach die Anzahl ihrer Schwingungen in gleicher Zeit an verschiedenen Orten mit einander verglichen, so ergiebt sich die Länge des Secundenpenduls unterm Pol von 36 Zoll 9, 52 Linien und unterm Aequator von 36 Zoll 7, 22 Linien, folglich die Kräfte der Schwere an beyden Orten wie 441, 52 zu 439, 22. Da nun diese mit der Entfernung vom Mittelpunkt der Erde abnehmen, so entsteht hieraus das Verhältniß der Länge der Erdaxe zum Durchmesser des Aequators wie 43922: 44152 oder in kleinern Zahlen wie 192 zu 191, welches mit den obigen sehr gut zusammen stimmt.

§. 254. Ohnerachtet die Applattung der Erdkugel nur etwa den 170 oder 180sten Theil ihres Durchmessers austrägt und wir daher in vielen Fällen als bey Verfertigung der Erdgloben und Zeichnung allgemeiner Charten von der ganzen Erdfläche, dieselbe ohne merklichen Fehler als völlig kugelrund betrachten können, so ist doch an der genauen Kenntniß

niß der eigentlichen Figur der Erde viel gelegen. Denn wir haben nunmehr 1) einen sehr richtigen Beweiß von ihrer täglichen Umwälzung, da die Erhöhung unter der Mittellinie von derselben entstanden ist. Sie setzt daher 2) die Theorie der Schwere in ein neues Licht. Sie dient 3) zur größern Vollkommenheit der Wasserwägekunst (Nivellement) nemlich der Untersuchung wie viel ein Ort höher oder vom Mittelpunct der Erde entfernter liegt als ein anderer, um darnach das Gefälle der Flüße zu berechnen. Sie hat 4) bey der genauern Bestimmung der Entfernung des Mondes aus seiner beobachteten Parallaxe ihren großen Nutzen. Denn nur bey einer vollkommen runden Erdkugel kann die Horizontalparallaxe des Mondes zu einer gewißen Zeit für alle welche den Mond in ihrem Horizont haben gleich groß seyn, allein die 59 Figur zeigt, daß wenn bey gleichen Entfernungen des Mondes in n und m derselbe von D aus untern Pol im Horizont steht, die Parallaxe DnE kleiner sey als AmE die ein Zuschauer in A untern Aequator bemerkt, weil in jenem Stande der dazu gehörige Erdhalbmeßer DE kleiner ist, als in diesem AE. 5) Endlich leistet sie der Erdbeschreibung und Schiffahrt wichtige Vortheile, denn wenn die Lage der Länder und Seeküsten gegen einander zur Sicherheit der Seefahrer genau verzeichnet werden sollen, muß die Länge aller Grade der Meridiane und Parallelen des Aequators bekannt seyn.

Von der Größe der Erde.

§. 255.

Ist die Figur der Erde bekannt, so läßt sich ihre Größe finden, wobey man anfangs voraussetzen kann, daß sie eine vollkommene Kugel sey. Wir bewohnen aber nur die äußere Fläche dieses für uns ungeheuer großen Erdballs, und sind folglich nicht im Stande den völligen Umfang, Durchschnitt, Weite der Oberfläche rc. deßelben durch unmittelbare Ausmeßungen zu bestimmen, sondern wir suchen zu dieser Kenntniß zu gelangen, indem wir 1) nur einen kleinen Bogen eines ihrer größten Kreise, als vom Meridian nach einem bekannten Längenmaaße ausmeßen und mit dem veränderlichen Stande eines gewißen Sterns gegen das Zenith an beyden Endpuncten deßelben vergleichen. Hierauf 2) das Verhältniß dieses Bogens zum ganzen Umkreis oder 360° berechnen, und damit den Umfang der Erde finden. Dann lehrt 3) die Geometrie wie aus den Umkreis einer Kugel ihr Durchmeßer, ferner hieraus der Inhalt ihrer Oberfläche und endlich der körperliche Inhalt gefunden wird, wodurch sich die Größe der Erdkugel berechnen läßt.

§. 256. Betreffend den ersten Punct, so ist dabey die Frage, wie weit man auf der Erdoberfläche unter einen Meridian fortgehen muß, damit nach genauen astronomischen Beobachtungen ein Stern seine Weite vom Zenith um eine gewiße Anzahl Grade verändert habe. Als nach Fig. 57

sieht

steht aus a betrachtet der Stern S gerade im Zenith, in b wird der Punct t das Zenith des Zuschauers und S erscheint daselbst um eben so viele Grade vom Umkreis der Himmelskugel von t ab, als die Veränderung des Orts oder der Bogen ab vom Umfang der Erde nabg austrägt, weil o der gemeinsame Mittelpunct der Erd- und Himmelskugel ist (§. 3). Nun muß noch der zurückgelegte Weg nach einem bekannten Längenmaaße wirklich ausgemeßen werden, sonst weiß der Beobachter nicht, ob er auf der größern Erdoberfläche den Weg ab oder auf der kleinern rz gemacht hat, da beyde Bögen gleich viele Grade enthalten.

§. 257. Auf dergleichen Untersuchungen sind schon die Alten gekommen, sobald sie die Kugelgestalt der Erde einsahen. Anaximander soll 550 und Archytas 400 Jahr vor Christi Geburt die Größe der Erde ausgemeßen haben, wovon wir aber den Erfolg nicht wißen. Hingegen vom Eratosthenes welcher 130 Jahr hernach lebte haben wir noch Nachricht, daß er vermittelst des Schattens eines Sonnenzeigers, die Entfernung der Stadt Syene an den aethiopischen Gränzen von Alexandrien in Aegypten (welche er beyde unter einen Meridian setzte) auf den 50sten Theil oder 7° 12′ vom Umfange der Erde gefunden. Den Abstand beyder Städte nahm er nach den Bericht der Reisenden zu 5000 Stadien an und so würde der ganze Umkreis der Erde 250000 Stadien enthalten, wie wol hiebey vieles unzuverläßig und die eigentliche Größe dieser Stadien in uns be-

kannten Maaßen noch streitig ist, obgleich einige dieselben zu 104 franz. Klafter annehmen. Posidonius nahm 150 Jahr vor C. G. eine dergleichen Arbeit vor und bestimmte die ganze Erdründung auf 240000 griechische Stadien aus den zu Rhodus und Alexandrien gemachten Beobachtungen des hellen Sterns Canopus im Schiff, und 800 Jahr nach der christlichen Zeitrechnung, ließ der über die Araber herrschende Calife Almamom zu diesem Ende durch seine Astronomen zwey Grade vom Erdumkreise in den weiten Ebenen von Zinjar (vermuthlich Mesopotamien) meßen, wodurch die Größe eines Grades auf $56\frac{2}{3}$ Meilen gesetzt wurde, allein was dies für Meilen sind läßt sich schwerlich noch mit Zuverläßigkeit bestimmen.

§. 258. Im Jahr 1550 versuchte **Fernel** aufs neue die Erde zu meßen, da er die Entfernung zweyer unter einen Meridian nach astronomischen Beobachtungen um einen Grad von einander liegender Oerter vermittelst der Umläufe eines Wagenrades ausmaaß, allein der Erfolg verdient dieser unsichern Verfahrungsart wegen wenig Achtung. **Snellius** wählte zuerst neue und zuverläßigere Mittel da er im Jahr 1615 in der Gegend um Leiden die Größe eines Grades vom Meridian durch Hülfe geometrischer Ausmeßungen und astronomischer Beobachtungen bestimmte. Eben diesen Weg befolgte **Norwood** in England im Jahr 1633, und der als Astronom bekannte Pater **Ricciolus** hat um das Jahr 1654 gleichfalls verschiedene zu diesem Zweck dienende Vorschläge gegeben und ausgeführt.

führt. Die Resultate dieser Ausmeßungen übergehe ich billig, da uns die Beobachtungen von Picard, Caßini gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts (§. 246.), Maupertuis und Bouguer in dem jetzigen (§. 249.), der Wahrheit gewiß viel näher kommende geliefert haben, zumal da nicht nur die Größe sondern auch die eigentliche Gestalt der Erdkugel dadurch herausgebracht werden sollte, wobey das ganze Verfahren mit der größten Vorsicht unternommen und die genauesten Instrumente auf das sorgfältigste geprüft werden mußten.

§. 259. Aus der 60 Figur läßt sich die Methode nach welcher die Größe eines Meridiangrades geometrisch gemeßen wird abnehmen. Es sey AF ein im Bogen und Längenmaaß zu meßender Theil eines Mittagskreises, wobey es zu mehrerer Richtigkeit nun nothwendig ist daß er einige Grade faße. Allein bey einer ansehnlichen Weite wird es theils wegen der gebogenen Erdfläche theils wegen der dazwischen liegenden Gegenstände unmöglich von A aus F zu sehen, wenn auch beyde Oerter erhaben liegen. Man weiß schon im voraus, daß wenn z. B. der Bogen 2° hält, die Weite AF an 30 deutsche Meilen austrägt, die sich auch mit der Meßruthe nicht ausmeßen läßet und daher geometrisch bestimmt werden muß. Gesetzt es liegen nun um AF herum einzelne hohe Berge, auf deren Spitzen EBCD sich Standzeichen errichten laßen, die von den zunächst liegenden zu Gesicht kommen und die Linie mn werde auf einem ebenen Felde als die Grundlinie wirklich gemeßen. So laßen

 sich

sich von deren Endpuncten m und n aus mit bekannten geometrischen Instrumenten die Winkel finden welche dieselben mit den Standzeichen der benachbarten Berge und dann die Standzeichen von den Bergen aus unter sich formiren, woraus verschiedene Dreyecke gebildet, deren Fläche auf der Horizontalebene gebracht und hierauf als geradelinigte und ebene berechnet werden, als:

§. 260. mn ist die gemeßene Grundlinie, $180^{\circ} - m - n = B$

1) $\triangle$ Bmn

Sin. B : mn = Sin. n : Bm

2) $\triangle$ BmC

Sin. C : Bm = Sin. B : Cm

3) $\triangle$ CmD

Sin. D : Cm = Sin. C : mD*

4) $\triangle$ BEm

Sin. E : Bm { = Sin. B : Em* / = Sin. m : BE }

5) $\triangle$ ABE

Sin. A : BE = Sin. B : AE*.

§. 261. Man ziehe nun von E aus vermittelst einer Boußole Eb und Ea mit AF parallel, und eben so von m, md, ferner bA; am und dD senkrecht auf die Mittagslinie AF so entstehen 3 in b, a und d rechtwinklichte Dreyecke, in deren jeden aus den vorigen eine Seite nemlich AE; Em und mD bekannt ist. Wird nun an E der Winkel mit A und b; imgleichen mit m und a und endlich an m mit D und d beobachtet, so hat man auch den Winkel in A, m und D folglich:

in

in $\triangle$ AbE . . EA $\times$ Sin. A = bE

in $\triangle$ Ema . . Em $\times$ Sin. m = Ea

in $\triangle$ mDd . . mD $\times$ Sin. D = md

Nun ist aber bE + Ea + md = AF die gesuchte Länge der Mittagslinie in den bey der Grundlinie gebrauchten Maaße.

§. 262. Hiedurch ist freylich die Weite des Mittagbogens AF bekannt geworden, allein die Anzahl Grade, Min. rc. in selbigem oder was er für ein Theil vom Umkreise des Circuls zu welchem er gehört, sey, ist noch zu suchen; wozu astronomische Beobachtungen erfordert werden. Fände nun z. B. ein Beobachter an dem nordlichen Endpuncte dieser Mittagslinie in A mit den besten Werkzeuge einen gewißen Stern genau im Zenith, und an dem Südlichen in F oder auf deßen Parallelkreise in D oder d (weil die Sterne in gleichen Parallelkreisen gleiche Mittagshöhe haben) eben denselben um 2° 15′ 26″ Nordwärts, so wäre er versichert, daß seine gemeßene Mittagslinie AF genau eben so viel im Bogen vom Umkreise der Erde halte, (die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet) woraus sich wenn derselbe mit der Weite AF im Längenmaaße verglichen wird, der ganze Erdumfang ergiebt.

§. 263. Wie auf eine ähnliche Art die geometrische Meßung einzelner Grade des Mittagskreises in Frankreich, Peru, Lappland und am Vorgebürge der guten Hoffnung vorgenommen worden, stellt eine von der hiesigen Königl. Academie heraus gegebene Charte, nach einerley Maaßstabe gezeichnet vor. Es sind auch sonst noch dergleichen Meßun-

ßungen in Italien, Oesterreich, Ungarn, Nordlichen America rc. angestellt. Das Resultat der vier erstern bringt die Größe eines Meridiangrades

in Peru untern Aequator	56753 franz. Klafter.
am Vorgeb. d. guten Hof. 33° Südl. vom Aequator	57037
in Frankr. 49° Nordl. von demselben —	57074
in Lappland 66° Nordl. von demselben —	57422

Woraus sich die Zunahme der Grade gegen die Pole oder die Applattung der Erde ergiebt. Das Mittel aus Maupertuis und Bouguer Berechnungen giebt für den Durchmeßer des Aequators 6562253 und für die Länge der Erdaxe 6525488 franz. Klafter. Der Unterschied beträgt 36765 Klafter oder an 10 deutsche Meilen um welche die Erdkugel gegen die Pole hin eingedrückt ist.

§. 264. Der von Maupertuis und Bouguer gefundene Mittelgrad des Erdbodens ist 57106 franz. Klafter groß, demnach der ganze Umfang oder $360 \times 57106 =$ 20558160 Klafter.

Hiernach gehen 3807 Klafter auf eine sogenannte geographische oder deutsche Meile (von 4000 geometrischen Schritten oder 23642 Rheinl. Fuß) 15 auf einen Grad des Aequators gerechnet, den $\frac{57106}{15} = 3807$ und obiger Umkreis trägt in deutsche Meilen $\frac{20558160}{3807} =$ 5400 aus.

Nun

Nun verhält sich der Umkreis eines Circuls zu seinen Durchmeßer wie 355 : 113, daher bringen die vorigen 5400 Meilen für den Durchmeßer der Erde 1719 Meilen heraus. Die Geometrie beweiset ferner, daß sich der Flächeninhalt einer Kugel aus dem Product des Durchmeßers in dem Umkreis finde, demnach wäre

$$1719 \times 5400 = 9,282600 \text{ Quadrat-Meilen.}$$

die Größe der Erdoberfläche. Endlich um den körperlichen Inhalt der Erde zu finden muß noch nach geometrischen Gründen der Flächeninhalt mit den 6sten Theil des Durchmeßers multiplicirt werden, welcher demnach

$$9,282600 \times \frac{1719}{6} = 2659,464900 \text{ Cubische}$$

oder würflichte Meilen austrägt.

Anmerk. Da allemal 15 geographische Meilen, die übrigens nirgends im Gebrauche sind, auf einen Grad des Aequators oder Meridians gerechnet werden sollen, so läßt sich schon hieraus die Größe der Erdkugel nach allen Ausdehnungen finden und nur die eigentliche Länge einer jeden dieser angenommenen Meile mußten die neuern Beobachtungen in einem bekannten Maaße bestimmen.

§. 265. Bey dieser Rechnung aber ist Kürze halber die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet. Um der Wahrheit näher zu kommen muß die Größe aller Grade des Meridians bekannt seyn, welche auch bereits nach verschiedenen Hypothesen aus den wirklich gemeßenen berechnet worden ist. Einige sehen den Umkreis eines jeden Meridians als eine Ellipse und daher den Erdkörper als eine Ellipsoide an, deren größte und kleinste Axe

der Durchmeßer des Aequators und die Erdaxe sind. Das Verfahren nach welchen hieraus die Größe der Erde berechnet werden kann, ist außer meinem Plan, weil selbiges Kenntniße der höhern Geometrie und Analysis voraussetzt. Unter andern findet Mallet in Upsal nach dergleichen Rechnungen den Umkreis der abgeplatteten Erde in einem Meridian 5389, ihre Oberfläche etwa 8,400000 Quadrat- und ihren körperlichen Inhalt 2668,800000 geographische würflichte Meilen, vorausgesetzt, daß 10,41 Schwedische Meilen auf einen Mittelgrad des Erdbodens gehen.

Anmerk. Man rechnet auf einen Grad 17,7 gemeine deutsche Meilen von 20000 Rheinl. Fuß; 60 Englische und Italienische 20 franz. Seemeilen; 19 Holländische; 104 Rußische rc.

Von der mathematischen Abtheilung der Erdoberfläche.

§. 266.

Bey dieser sich auf den Himmel und vornemlich den scheinbaren Lauf der Sonne beziehenden Abtheilung sieht man die Erde als eine vollkommen runde Kugel an, deren Durchschnitt 1720 und Umkreis 5400 geographische Meilen austrägt und gedenkt sich auf deren Oberfläche wie an der Himmelskugel die größten Kreise, Aequator, Meridiane, Horizonte und die kleinern nemlich die Wende- und Polarcircul. Der Flächen-Mittelpunct von jenen ist im Mittelpunct der Erdkugel, die Flächen der letztern aber sind als Grundflächen von Ke-

Kegel anzusehen, deren Spitze gleichfalls dahin fällt, wie sich nach Figur 61 erklären läßt.

§. 267. In dieser Figur ist sn die Erdaxe, n der Nord- und s der Südpol, ersterer ist an der Himmelskugel nach N und letzterer nach S hingerichtet, daher scheint sich der Himmel um SN in 24 Stunden zu drehen, indem sich die Erde wirklich in entgegengesetzter Richtung um sn wendet, NASE ist ein Durchschnitt der Himmelskugel in der Fläche eines Meridians und eben daher ist nase ein Meridian auf der Erdkugel. Durch A und E geht der Aequator am Himmel, und ae ist daher der Erdaequator welcher die Erde in die Nordliche und Südliche Hälfte theilt. Durch DD geht der Krebs und durch BB der Steinbockswendecircul. Zieht man Linien von D und B gegen den Mittelpunct der Erde C, so werden diese da wo sie in d und b die Oberfläche der Erde berühren die beyden Wendecircul dd und bb bezeichnen, eben so sind FG und IK die Puncte durch welchen der Nordliche und Südliche Polarcircul geht, und diese werden auf der Erde fg und ik seyn.

§. 268. Aus den obigen Beschreibungen dieser Kreise kann ihr Endzweck bekannt seyn. Die Sonne hält sich beständig zwischen B und D am Himmel auf. Steht sie im Aequator AE so geht sie den Bewohnern unter ae durchs Zenith, und eben so unter bb und dd wenn sie den Steinbocks- B und Krebswendecircul D erreicht. Der Bogen BD hält am Himmel 47° und eben so viel bd auf der Erde. Ueber die von d und b weiter gegen die Pole liegenden

den Puncte der Erdoberfläche kommt die Sonne niemals senkrecht zu stehen und auf diesen Ländern fallen daher die Sonnenstralen immer nur unter schiefen Winkeln.

Von den Zonen der Erde und Lagen der Himmelskugel in denselben.

§. 269.

Hiernach wird die Erde in gewiße Zonen oder Erdstriche abgetheilt. Der Raum zwischen beyden Wendecirculn bb und dd, welcher $47 \times 15 = 705$ Meilen breit ist und untern Aequator ae 5400 Meilen im Umfange hat heißt der heiße Erdgürtel, weil die Sonne über einen jeden Punct, deßelben zweymal (wie wol unter bb und dd selbst nur einmal) im Jahr zu Mittage senkrecht kommt und daselbst folglich ihre Stralen am wirksamsten sind. Von den Räumen zwischen den Wende- und Polarcircul dd und fg imgleichen bb und ik, deren jeder $43° \times 15 = 645$ Meilen breit ist, heißt jener der Nordliche- und dieser der Südliche gemäßigte Erdgürtel Endlich die von den Polarcirculn eingeschloßenen Kugelstücken um beyde Pole fgn und iks welche 47° im Bogen haben heißen die kalten Erdgürtel.

§. 270. Man sagt, die Bewohner der heißen Zone oder genauer untern Aequator haben die Himmelskugel gerade denn in a und e kommt A und E nemlich der Aequator im Zenith und beyde Pole S

kör-

und N im Horizont, folglich steigen die Himmels-
per indem sich die Erde oder der Himmel umwen-
det gegen Zenith und Horizont senkrecht auf und ab.
Zwischen dem Aequator und den Polen liegen alle
größte und kleinere Kreise der Himmelskugel die sich
auf den scheinbaren Umlauf derselben beziehen schief
gegen dem Horizont, und so gehen auch selbige auf
und unter. Z. B. ein Bewohner des Nordlichen
gemäßigten Erdgürtels in r (wo etwa Deutschland
liegt) hat Z zum Zenith und HR wird daher sein
Horizont, woraus sich die schiefe Lage jener Kreise
ergiebt, wenn man die Figur gehörig darnach um-
wendet. Endlich den Bewohnern der Pole in n und
s wird N und S zum Zenith und der Aequator AE
zugleich zum Horizont, woraus folgt, daß alle
scheinbare tägliche Umläufe der Himmelskörper in
mit den Horizont parallel liegenden Kreisen gesche-
hen. Noch ist zu merken, daß wegen der verschie-
denen Lage der Erdaxe mit dem Horizont unter der
Mittellinie in 24 Stunden der ganze Himmel zu
Gesicht kömmt; zwischen derselben und einen von
den Polen ein immer größerer Theil um den entge-
genstehenden Pol untern Horizont verborgen bleibt
und um den nächsten Pol sich beständig zeigt; unter
den Polen selbst aber sich allemal nur die in der nord-
lichen oder südlichen Halbkugel des Himmels ste-
henden Himmelskörper über dem Horizont zeigen,
und weder auf noch untergehen.

Von der Erleuchtung der Erde durch die Sonne und der ungleichen Länge der Tage und Nächte.

§. 271.

Die Erde erhält als eine dunkle Kugel ihr Licht von der Sonne, eine Kugel aber kann nur in einem sehr großen Abstande bis zur Hälfte von einem Lichte erleuchtet werden, und dies findet bey der Erde statt. Steht nun die Sonne im Aequator A so ist für einen jeden Augenblick s a n die erleuchtete und s e n die dunkle Halbkugel der Erde, welche s n von einander scheidet. So wie sich die Erdkugel umdrehet, werden alsdann alle Theile ihrer Oberfläche in 24 Stunden nach und nach von der Sonne beschienen. Untern Aequator läuft die Sonne durchs Zenith und untern Polen am Horizont herum. Geht aber die Sonne vom Aequator nach Norden oder Süden gegen die Wendecirkul, so fängt sie an ihre Stralen so weit jenseits des Pols zu werfen gegen den sie rückt, als sie solche von dem gegen über liegenden zurückzieht. Und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ vom Aequator untern Krebswendecircul in D wird i d g so wie unter den Steinbockswendecircul in B, k b f die jedesmal erleuchtete Halbkugel, woraus, wenn man sich vorstellt wie die Umdrehung der Erde geschieht, folgt, daß um diese Zeit die unter dem einen Pol vom Polarcircul eingeschloßene Länder beständig von der Sonne erleuchtet werden, wenn die um den andern Pol liegenden in der dunkeln Halbkugel bleiben.

§. 272. Hieraus läßt sich die sehr ungleiche Dauer der Tage und Nächte auf dem Erdboden nach der Figur deutlich erklären. Die Sonne beschreibt ihre Tagescircul allemal mit dem Aequator parallel. Nun theilet 1) der Horizont SN untern Aequator alle Tagescircul, wovon beyde Wendecircul als Beyspiele dienen können, gerade in die Hälfte und die Tage müßen folglich daselbst allemal den Nächten gleich und demnach 12 Stunden lang seyn. 2) Der Horizont eines zwischen dem Aequator und den Polen liegenden Landes wie z. B. HR theilt diese Tagescircul in sehr ungleiche Theile und folglich müßen die Tage allda ungleich lang seyn endlich 3) der Horizont unter den Polen, wie AE (der Aequator) läßt nur die in der einen Halbkugel vom Aequator bis zum sichtbaren Pol sehen. Ist die Sonne selbst im Aequator, so ist auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich lang, weil vom Aequator als einem größten Kreise überall die Hälfte übern Horizont steht. Steigt die Sonne vom Aequator gegen den Krebswendecircul herauf, so werden die Tage in der nordlichen Halbkugel länger, und in der südlichen kürzer als die Nächte, und wendet sie sich wieder von da zum Aequator, so wird die Dauer der Tage nach und nach den Nächten wieder gleich. Geht die Sonne vom Aequator zum Steinbockswendecircul, so werden die Tage in der südlichen Halbkugel länger und in der Nordlichen kürzer als die Tage, und kommt sie von da wieder zum Aequator herauf, so werden die Tage und Nächte nach und nach wieder von gleicher Dauer.

Dauer. Diese Zu- und Abnahme der Tage wird immer merklicher je weiter man gegen die Pole kommt, denn untern Polen selbst ist ihre Dauer von 6 Monaten, weil sich die Sonne so lange Nordwärts und Südwärts vom Aequator verweilet.

Von den Climaten ꝛc. und Jahreszeiten.

§. 273.

Schon die Alten theilten deswegen die Erdoberfläche nach **Climaten** ab, welches mit dem Aequator parallele Erdstriche sind, in denen der längste Tag im Jahre um eine halbe Stunde zunimmt. Es sind deren vom Aequator bis zu $66\frac{1}{2}°$ Abstand von demselben 24 welche gegen die Pole immer schmäler werden und in welchen der längste Tag von 12 bis zu 24 Stunden dauert. Unsere Gegend von Deutschland liegt diesemnach im 10ten Clima. Von $66\frac{1}{2}°$ bis zum Pol sind noch 6 Climate, in welchen aber der längste Tag auf einmal um einen ganzen Monat zunimmt.

§. 274. Die Bewohner der Erde werden auch nach dem Schatten den sie um Mittage von der scheinenden Sonne werfen, in Ansehung ihrer Wohnplätze von einander unterschieden. Untern Aequator und überhaupt in der heißen Zone werfen sie zweymal im Jahr keinen Schatten, an den Tagen nemlich, da die Sonne durch ihr Zenith geht, und werden alsdann unschattige genennt, zu allen andern Zeiten des Jahrs fällt ihr Schatten entweder gegen Norden oder Süden nachdem die Sonne Süd-

oder

oder nordlich dem Zenith vorbeygeht, daher heißen sie auch zweyschattige. Unter einem jeden Wendecircul wird an dem Tage da die Sonne denselben berührt also einmal im Jahr kein Schatten bemerkt, sonst fällt der Schatten unterm Krebswendecircul allemal gegen Norden, und unterm Steinbockswendecircul gegen Süden. Die Bewohner der nordlichen gemäßigten Zone werfen ihren Schatten allemal gegen Norden und die in der südlichen gegen Süden, und werden daher einschattige genannt. Die Bewohner der Nord- und Südlichen Polarländer, sehen in den Monaten, da sie die Sonne beständig übern Horizont haben, ihren Schatten alle 24 Stunden einen Kreis um sich beschreiben und heißen daher umschattige.

§. 275. In einem jeden Lande der beyden gemäßigten Zonen geht der Frühling an, wenn die Sonne im Aequator steht und anfängt sich gegen den sichtbaren Pol zu erheben. Der Sommer tritt ein wenn die Sonne den Scheitelpunct in einen von den Wendekreisen am nächsten gekommen. Der Herbst wenn sie sich abermal im Aequator befindet und von demselben gegen die Seite des unsichtbaren Pols rückt. Der Winter wenn sie in einen von den Wendecirculn vom Zenith ihre größte Entfernung erreicht hat. Hieraus folgt daß alle vier Jahrszeiten zugleich auf dem Erdboden anzutreffen sind. Die Länder des heißen Erdgürtels haben mehrentheils Sommer und die in den beyden kalten liegenden mehrentheils Winter, folglich wenige Abwechselung der Jahrszeiten oder Wärme und Kälte. Die

Stärke der letztern richtet sich aber nicht allemal nach den größern oder kleinern Winkeln unter welchen die Sonnenstralen auf ein Land fallen, sondern die Erfahrung zeigt hiebey für verschiedene in einer und derselben Entfernung vom Aequator liegende Erdstrichesehr merkliche Abweichungen die natürliche Ursachen zum Grunde haben müßen. Sonst läßt sich leicht zeigen daß die augenblickliche Sonnenwärme an einem Orte sich nach den Sinußen der mittägigen Sonnenhöhe richte.

Von den Längen und Breiten der Oerter rc.

§. 276.

Nach den Abtheilungen der Erdoberfläche in Zonen, Climate rc läßt sich nur sehr allgemein die Lage eines Ortes auf derselben und noch dazu blos der Entfernung vom Aequator nach, gegen Norden oder Süden nicht aber gegen Westen und Osten angeben, und es mußten daher noch bestimmtere Eintheilungen gemacht werden. Man zieht demnach durch einen jeden Punct des Aequators und beyden Polen größte Kreise oder Meridiane, und die Entfernung eines Ortes von demjenigen Meridian, den man unter allen als den ersten angenommen in Graden des Aequators von Abend gegen Morgen gezählt, heißt deßen geographische Länge. Dann werden noch durch einen jeden Punct dieser Meridiane vom Aequator bis zu den Polen, Kreise, die mit dem Aequator parallel laufen gezogen, und die Entfernung auf einen derselben vom Aequator

nach

nach Norden oder Süden heißt die geographische Breite eines Ortes.

§. 277. Unter allen möglichen Meridianen der Erdoberfläche hat keiner das Vorrecht der erste zu seyn und daher ist es willkührlich bey welchen man anfängt die Grade der Länge zu zählen. Schon die Alten zogen den ersten Meridian durch die äussersten westlichen Gränzen der damals bekannten Länder. Einige Erdbeschreiber haben ihn durch die Azorische Insel Flores, andere durch die Canarische Insel Teneriffa, wo der hohe Berg Pico denselben bezeichnen sollte, gezogen. Die Astronomen setzen gemeiniglich den Ort ihrer Beobachtungen untern ersten Meridian Diese willkührliche Veränderungen erfordern aber wenigstens allemal eine Reduction wenn man die Lage eines Orts auf hierin verschiedene geographische Charten und Erdgloben vergleichen will. Daher ziehen die Franzosen seit 1634 auf Befehl Ludewig XIII den ersten Meridian durch Ferro als die westlichste der Canarischen Inseln. Deren westliche Küste liegt einige Minuten über 20° vom Meridian der Pariser Sternwarte gegen Abend, und der erste Meridian wird daher zur Erleichterung der Rechnung genau um 20° vom Pariser gesetzt. Nun fängt man von da an die Grade des Aequators von Abend gegen Morgen um die ganze Erde herum fortzuzählen, demnach liegt Paris unterm 20° der Länge und hiernach richten sich nunmehr die neuern Geographen, bey Verfertigung der Landcharten und Globen, welches zu zeigen ist.

§. 278. Die Breite eines Ortes wird in einem jeden Meridian vom Aequator gegen Norden oder Süden, nachdem er nemlich in der nordlichen oder südlichen Halbkugel liegt, bis zu den Polen gerechnet, und kann also aufs höchste bis zu 90° gehen. Unterm Aequator ist die Breite 0 und untern Polen 90°. Diese geographische Breite ist allemal der Polhöhe eines Orts gleich, und nach Figur 61 ist für den Ort r, ar = nCR denn untern Aequator liegt der Pol n wie s im Horizont, um so viele Grade sich nun der Beobachter von a nach n begiebt um eben so viele erhebt sich der Pol n über seinen Horizont.

Anmerk. Denen Alten besonders war eine weit größere Strecke der Erde von Westen nach Osten als nach Norden und Süden bekannt, daher wurde jene mit allem Recht Länge und diese Breite genennet; auch von uns ist die Erde schon ofte der Länge nach von Osten nach Westen ganz umschifft, nach den Polen hin aber noch ziemlich unbekannt. Die Länge wird auch um die ganze Erde, die Breite aber nur bis zu den Polen oder 90° gerechnet.

§. 279. Alle Oerter unter einen und demselben Meridian haben gleiche Länge und im gleichen Augenblick Mittag, und alle die auf gleichen Parallelkreisen liegen, gleich große Breiten oder Polhöhen und gleiche Länge der Tage. Die Meridiane und ihre Grade sind überall (die Erde als eine vollkommene Kugel betrachtet) gleich groß; die Parallelkreise des Aequators aber, und folglich auch ihre Grade werden gegen die Pole immer kleiner. Ein Grad des Aequators hält 15 Meilen, des Parallelkreises untern 21° der Breite nur 14, untern

30sten

30sten 13, untern 37sten 12, untern 43sten 11, untern 48sten 10, untern 53sten 9, untern 60sten $7\frac{1}{2}$, untern 66sten 6 Meilen rc. welches gefunden wird, wenn man 15 Meilen mit dem Cosinus der Breite multiplicirt. Ein Ort untern 60sten Grad der Breite bewegt sich daher bey der Umdrehung der Erde nur halb so geschwinde, als einer untern Aequator.

§ 280. Diejenigen Bewohner der Erde, welche unter den uns entgegen stehenden Theil unsers Mittagskreises und zwar so weit unter einer südlichen als wir nordlichen Breite wohnen, kehren uns gerade die Füße zu und heißen daher **Gegenfüßler.** Bey ihnen sind unsere Tages- und Jahreszeiten entgegen gesetzt anzutreffen. Die unter unsern Meridian in einer gleichen aber entgegengesetzten Breite wohnen heißen **Gegenwohner**, sie haben mit uns einerley Tages aber entgegengesetzte Jahrszeiten. Endlich die mit uns unter einerley Breite oder auf einen gleichen Parallelkreis aber entgegengesetzten Meridian wohnen werden **Nebenwohner** genennt; und diese haben mit uns einerley Jahres- und entgegengesetzte Tageszeiten.

Von dem Unterschiede der Mittagskreise.

§. 281.

Man kann sich über einen jeden Ort der Erde und alle die von demselben gerade nach Norden und Süden liegen, einen Meridian gezogen vorstellen, unter welchen in einem und demselben Augenblick

gleiche Stunden des Tages und wenn die Sonne in deßen Fläche kommt 12 Uhr Mittags gezählt wird. Der Bogen des Aequators, welcher zwischen zween Meridianen liegt, wird in Zeit verwandelt, ihren Zeitunterschied geben oder wie viel der eine früher oder späte wie der andere Mittag oder eine jede andere Tagesstunde hat, und da sich die Erde in 24 Sternstunden um ihre Axe dreht oder der Himmel mittlerweile seinen Umlauf zu vollführen scheint, so ist diese Verwandelung nach der Tafel §. 177. I Abtheil. vorzunehmen, weil sich inzwischen alle 360° des Erdaequators unter den Meridian worin die Sonne am Himmel steht, durchschieben. Meridiane die um 1 Grad ost oder westlich von einander liegen zählen hiernach 4 Minuten mehr oder weniger und 15° geben eine Stunde Unterschied in Sternzeit gerechnet (§. 179. u. f.).

§. 282. Nemlich die Sonne scheint den Himmel von Morgen gegen Abend in einem Tage zu umlaufen, die mehr östlichen Länder müßen demnach die Sonne früher durch ihren Meridian gehen sehen als die westlichen. In einen jedem Augenblick kann nur unter denjenigen Meridian der Erde Mittag seyn, deßen Fläche mit der Fläche des Meridians worinn die Sonne an der scheinbaren Himmelskugel steht zusammenfällt, und die alsdann gegen Morgen wohnenden Völker müßen nach ihren Meridianen schon Nachmittags, die gegen Abend wohnenden erst Vormittagsstunden haben. Hieraus folgt, daß die vier Tageszeiten allemal zugleich auf den Erdboden anzutreffen sind.

§. 283.

§. 283. Ein Reisender der seinen Weg beständig nach Morgen nimmt, wird nach jede 15° (genauer 15° 2′ 28″ §. 181.) die er im Bogen des Aequators gerechnet, zurücklegt, unter einen Meridian kommen, in welchen die Sonne eine Stunde früher als in den Meridian des Ortes seiner Abreise kömmt; er wird folglich Oerter antreffen an welchen die Sonne nach seiner mitgenommenen Uhr, um die 11te, 10te, 9te rc. Stunde des Vormittags, und also immer früher den Mittag macht. Setzt er nun seine Reise um die ganze Erdkugel fort, so folgt, daß er bey seiner Rückkehr 24 Stunden oder einen ganzen Tag mehr rechnen muß. Das Gegentheil erfolgt wenn die Reise gegen Abend geschieht, weil die Sonne in den westlichen Meridianen immer später kommt Dergleichen unerwartete Erfahrungen verursachten bey den Seefahrern welche zuerst die Erdkugel umseegelten eine nicht geringe Verwunderung.

§. 284. Die Länge zweyer Oerter und der Zeitunterschied ihrer Meridiane läßt sich nicht so leicht wie ihre Breite finden, denn zu dieser letztern Absicht darf man nur unter andern ihre Polhöhe meßen, sondern hiezu werden besondere und in gleichen Augenblicken unter beyden Meridianen zugleich angestellte astronomische Beobachtungen erfordert, weil am Himmel gegen Morgen und Abend keine dergleichen Puncte wie die Pole vorkommen, welche für einen jeden Ort eine gewiße beständige Lage gegen den Horizont behalten. Himmelsbegebenheiten, die in einem gleichen Augenblick anfangen und aufhören sind besonders hiezu dienlich als z. B. die

Mondfinsterniße. Wird deren Anfang an einem gewißen Ort um 8 Uhr Abends bemerkt und ein anderer zählt alsdann erst 7 Uhr, so weiß man daß der letzte Ort von dem erstern um eine Stunde im Meridian gegen Westen liegt. Auf dem festen Lande sind astronomische Beobachtungen welche hiezu dienen noch gut anzustellen, allein auf der See macht es große Schwierigkeit und doch ist die Aufgabe der Erfindung der Länge daselbst am wichtigsten, um zu wißen, wie weit das Schiff von dem Hafen der Aussegelung oder vom ersten Meridian entfernt sey. Nachdem in der Astronomie die Himmelsbegebenheiten erklärt worden, wird sich in der Schiffahrt hiervon mit mehrern reden laßen.

Von der Lage und Bewegung der Erde im Weltraum.

§. 285.

Hiervon ist folgendes überhaupt zu merken, welches in der lehrenden Astronomie näher erklärt wird. Die Erde ist ein Planet oder eine dunkle Kugel welche von der Sonne erleuchtet wird und sich in 23 Stunden 56 Min. 4 Sec. mittlerer Sonnenzeit einmal von Abend gegen Morgen um ihre Axe wälzt, wodurch Tag und Nacht abwechseln. Sie bewegt sich überdem in Gemeinschaft der übrigen Planeten in einem Jahr oder in 365 Tagen 5 St. 49 Min. in einem nur wenig eingedrückten Kreise nach gewißen unveränderlichen Gesetzen von Morgen gegen Abend um die Sonne, und zwar geschieht

schieht dieser Umlauf zwischen der Bahn des Mars und der Venus. Ihre Axe ist beständig gegen eine gewiße Himmelsgegend gerichtet und neigt sich unter einen Winkel von 66° 32′ gegen die Fläche ihrer Bahn, welche mit der Fläche der Ecliptik übereinkommt, und aus dieser Neigung und Richtung entstehen die Jahrszeiten. Wegen der etwas länglichten oder elliptischen Laufbahn ist die Erde nicht immer gleich weit von der Sonne entfernet. Um den Anfang des Januar ist sie in einer Entfernung von 23900 ihrer Halbmeßern der Sonne am nächsten, um den Anfang des Juli aber über 800 Halbmeßer weiter davon entfernt.

§. 286. Die Erde wird auf ihrer jährlichen Reise um die Sonne vom Monde als einen Nebenplaneten begleitet, welcher in einer Entfernung von etwa 58 Erdhalbmeßer seine gegen die Fläche der Ecliptik oder Erdbahn um $5\frac{1}{4}$ Grad geneigte elliptische Bahn um ihr in 27 Tagen 7 St. 43 Min. vollendet und mit der Erde zugleich in einem Jahr um die Sonne läuft, eben so wie wir sehen, daß Jupiter und Saturn von ihren Monden begleitet werden. Der Mond ist eine etwa 50mal kleinere Kugel als sein Hauptplanet die Erde, die ihr Licht gleichfalls von der Sonne erhält und nach ihrem Stande gegen uns und der Sonne nicht allemal der Erde ihre erleuchtete Halbkugel völlig zuwenden kann. Der Mond erscheint daher im zu- und abnehmenden Lichte, welche periodische Lichtabwechselung 29 Tage 12 St. 44 Min. dauert.

Sechster Abschnitt.

Von dem Luftkreise, Erscheinungen deßelben und optischen Betrügen beym Anblick des gestirnten Himmels.

Von der Beschaffenheit des Luftkreises.

§. 287.

Alle Himmelskörper werden jenseits eines flüßigen und durchsichtigen Wesens, welches den ganzen Erdball bis auf eine gewiße Höhe umgiebt und die Atmosphäre oder der Luftkreis genennt wird, gesehen. Dem Astronomen müßen daher die Untersuchungen sehr wichtig seyn, ob auch die zwischen seinen Augen und den Gestirnen schwebende Luft ihren scheinbaren Stand an der Himmelskugel verändern könne; und dann, wie Erscheinungen in der Atmosphäre von wirklichen Begebenheiten an den Himmelskörpern zu unterscheiden sind. Von dem erstern ist bereits im vorhergehenden von §. 217 bis 225 gehandelt; demnach ist noch von den Lufterscheinungen zu reden. Diese setzen aber gleichfalls Erläuterungen über die Eigenschaften und Wirkungen des Luftkreises voraus, welche eigentlich in der Naturlehre ihren Platz fordern, und hier nur kurz angezeigt werden können.

§. 288. Die Luft ist ein sehr subtiles, flüßiges und unsichtbares, obgleich wenn wir uns darin schnell

schnell bewegen, fühlbares Wesen, welches alle Zwischenräume der Körper erfüllt, auch den Lichtstralen freyen Durchgang verstattet, die sich in den Theilchen derselben brechen und uns alsdann vornemlich blaulichte Stralen zuwerfen daher der von Wolken freye Himmel seine Azurblaue Farbe zeigt. Wir würden sonst überall, außer da wo die Sonne steht, am Tage die finsterste Nacht, imgleichen keine Morgen und Abenddämmerung sehen, wenn diese Brechung und Zurückwerfung der Lichtstralen in der Luft nicht statt fände.

§. 289. Sie hat ferner eine Schwere die sich zur Schwere des Wassers wie 1 zu 800 mehr oder weniger verhält, je nachdem die eine oder andere dieser Materien reiner oder dichterer ist. Die Figur ihrer Theilchen kennen wir nicht, doch zeigen die Versuche daß sie sich durch den Druck in einem vielmal engern Raume als in ihrem natürlichen Zustande zusammenbringen laßen und wieder nach und nach ihren vorigen Raum einnehmen wenn der Druck nachläßt, das heißt, daß die Luft zugleich eine Elasticität oder Federkraft habe.

§. 290. Wärme und Kälte haben zugleich einen großen Einfluß auf die Beschaffenheit der Luft. Durch erstere wird die Luft ausgedehnt oder verdünnt und durch die letztere verdickt, auch wird durch die Wärme die Federkraft der Luft verstärkt und durch den Druck vergrößert, nemlich es wird durch die Wärme jedes Lufttheilchen elastischer und durch den Druck kommen in einem kleinen Raum eben so viele elastische Theile näher zusammen.

§. 291.

§. 291. Weil die Luft schwer und zugleich elastisch ist, so folgt, daß sie näher an der Erde dichter als in den höhern Gegenden seyn muß, indem die erstere das Gewicht der letztern träget und daher zusammengepreßt wird. Wir wißen nicht wie hoch sich der Luftkreis erstreckt, da deßen Dichtigkeit und Schwere aus voriger Ursache nicht gleichförmig mit der Höhe abnehmen, doch läßt sich das Gewicht der ganzen Luftsäule vermittelst des Barometers oder einer jeden mit Queckſilber angefüllten Röhre finden, und man weiß daß dieselbe mit einer ohngefehr 28 Zoll langen Queckſilbersäule im Gleichgewicht stehe, und da das Wasser 14mal leichter als Queckſilber ist, so kann eine Luftsäule von gleicher Grundfläche das Wasser in einer Röhre 32 Fuß hoch erhalten.

§. 292. Wäre die Dichtigkeit der Luft überall gleich oder nur das Gesetz völlig bekannt nach welchem diese sich in den obern Gegenden vermindert, so ließen sich aus beobachteten Barometerhöhen auf der Erdoberfläche und den höchsten Bergen über die ganze Höhe des Luftkreises einige richtige Folgerungen ziehen. Inzwischen nehmen die Astronomen bey Bestimmung der Größe der Stralenbrechung in der Luft zu gewißen Hypothesen ihre Zuflucht (§. 224.) die doch mit der Erfahrung zutreffen und daher haben einige aus der Dauer der Abend- und Morgendämmerungem, die Höhe der Luft bis dahin wo sie noch die Stralen der Sonne zurückwirft und bricht auf 10 Meilen berechnet, wie wol diese Höhe nicht an allen Orten und zu allen Zeiten gleich

groß

groß seyn kann. Mond und Sonne müßen auch die Luft theils wegen ihrer Anziehung oder Druckes und theils wegen der Erwärmung der letztern, vornemlich in den Gegenden derselben über welche beyde kommen können, wechselseitig ausdehnen, welches der vornehmste Ursprung der Winde und der größtentheils davon abhängenden veränderlichen Witterung ist.

§. 293. Der Luftkreis folgt übrigens mit allen sich darin aufhaltenden Theilen der 24 stündlichen Axendrehung der Erdkugel und ist der Erde von der Weisheit des Schöpfers zu einer nothwendigen Bekleidung gegeben, indem derselbe ihren Bewohnern den unentbehrlichsten Nutzen leistet und die Annehmlichkeiten ihres Wohnplatzes vermehret. Die Luft hauchet gleichsam allen lebendigen Organen den Odem ein und unterhält denselben. Ohne sie würde keine Pflanze wachsen, kein Feuer brennen kein Schall entstehen ꝛc.

Von den Dünsten und den daher entstehenden Veränderungen in der Luft.

§. 294.

Der Luftkreis ist der Sammelplatz aller Ausdünstungen welche sich von der Oberfläche der Erde, dem Meere, allen thierischen und vegetabilischen Körpern durch die Wärme und dem Winde losreissen und in die Luft geführt werden. Daher finden sich viele fremdartige wäßrigte und brennbare Theilchen in derselben, die durch ihre mannigfalti-

Mi-

Mischungen viele Veränderungen im Dunstkreise hervorbringen; und wenn sie durch eine starke Anhäufung aus dem Gleichgewicht mit der Luft kommen wieder in Regen, Schnee, Hagel ꝛc. herunter fallen, und dem Erdboden durch eine fruchtbare Befeuchtung dasjenige zurückliefern was anfangs von demselben aufgestiegen war.

§. 295. Der Thau welcher vornemlich im Sommer des Abends und Morgens bemerkt wird, ist nichts anders als Dünste die von den noch warmen Erdreiche und Pflanzen in die kühlere Abendluft aufsteigen und des Morgens wenn die Luft wieder erwärmt wird herunter fallen. Nebel sind dickere aus der Erde aufgestiegene wäßrigte Dünste, welche schon in sehr kleinen Tröpfchen zusammen geflossen sind und durch ihre Menge die Luft undurchsichtig machen auch wegen ihrer Schwere nahe über der Erdoberfläche hängen bleiben.

§. 296. Wolken sind nur in so weit vom Nebel unterschieden, daß die Dünste in denselben höher steigen bis sie irgendwo mit der Luft im Gleichgewicht kommen oder von der unter sie stehenden Luftsäule getragen, nach ihrer verschiedenen Schwere die von der Beschaffenheit der Luft und den mehr oder minder in ihnen angehäuften Dunsttheilchen abhängt; höher oder niedriger vom Winde fortgeführt werden. Sie übersteigen selten den Rücken mittelmäßiger Gebürge, desto weniger aber die Gipfel der höchsten Berge, denn ihre Höhe trägt oft kaum 5 bis 6000 Fuß aus, kann aber auch zuweilen bis auf eine Meile gehen. Sie sammlen

sich

sich oft in so großer Anzahl, daß sie den ganzen Gesichtskreis eines Ortes bedecken und den Astronomen nicht selten die freye Aussicht in die große Schöpfung Gottes versagen. Nachdem das Licht vornemlich nahe am Horizont bey Sonnen Auf- und Untergang, auf mannigfaltige Art in den Wolken gebrochen und zurückgeworfen wird, erscheinen dieselben mit mancherley und besonders röthlichen und gelblichen Farbenschattirungen.

§. 297. Wenn die Dünste der Wolken in Tropfen zusammenfließen, so fällt nach Beschaffenheit der Umstände ein schwächerer oder stärkerer Regen. Die heftigsten Platzregen und sogenannten Wolkenbrüche entstehen wenn der Wind mit Dünsten schwer beladene Wolken gegen einander oder gegen die Berge treibt. Reif ist nichts anders als der auf der Erde gefrorne Thau oder Nebel. Schnee wird wahrscheinlich formirt, wenn die Dünste in der Luft in dem Augenblick da sie anfangen zusammen zu fließen, frieren und in regelmäßigen Figuren anschießen, woraus nach ihrer verschiedenen Menge größere oder kleinere Flocken entstehen. Hagel besteht aus den in der Luft gefrornen Regentropfen an welchen im Fallen gewöhnlich mehrere kleinere Tropfen anfrieren, wodurch die Hagelkörner ihre eckichte Figur und oft eine ansehnliche Schwere erhalten.

§. 298. Da die von der Erde in der Atmosphäre aufgestiegenen Dünste und alle daraus folgende Witterungen die Schwere und Federkraft der Luft verändern können, so wird sich aus dem Ba-

rometer, ob es gleich eigentlich nur den jedesmaligen Zustand der Luft in Absicht dieser beyden Haupteigenschaften angeben kann, doch auch zugleich an seinem Fallen und Steigen die kommende Witterung einigermaßen folgern laßen, indem die Erfahrung lehrt, daß auf eine leichtere Luft gewöhnlich Regen, hingegen auf eine schwerer gewordene, ein heitrer Himmel zu erfolgen pflegt.

Von den Lufterscheinungen.

§. 299.

Man theilt die Lufterscheinungen ab in wäßerichte, glänzende und feurige. Zu der erstern Art gehören vornemlich die vorhin bemerkten in Nebel, Schnee, Regen :c. in der Luft verwandelten Ausdünstungen der Erd- und Meeroberfläche welche auch unter den allgemeinen Namen Niederschlag aus der Luft ofte vorkommen. Die glänzenden und feurigen Lufterscheinungen sind zuweilen so nahe mit einander verwandt, daß es schwer hält zu bestimmen zu welcher Classe diese oder jene Erscheinung im Luftkreise gehört, und deswegen will ich hier beyde zusammen nehmen.

§. 300. Unter den Lufterscheinungen ist besonders der mit den schönsten Farben geschmückte Regenbogen merkwürdig. Er erscheint gemeiniglich bald nach einem gehabten Regen, wenn die Sonne hinter den Rücken des Zuschauers in einer dazu erforderlichen Höhe über den Horizont scheint und vor ihm die noch regnenden Wolken stehen. Die Farben

ben sind vom Mittelpunct des Bogens also von unten auf gerechnet: violett, purpur, blau, grün, gelb, orange und roth. Zuweilen zeigt sich über diesen gewöhnlichen Regenbogen noch ein anderer etwas breiterer mit schwächerm Scheine und umgekehrten Farbenordnung.

§. 301. Der Regenbogen entsteht, wenn sich die Sonnenstralen in fallenden Regentropfen brechen und von denselben unter gewißen beständigen Winkeln im Auge des Zuschauers gefärbt zurückgeworfen werden. Dies macht die 62ste Figur deutlich, worin die mögliche Erscheinung der beyden Regenbogen gezeigt wird. HR ist der Horizont; in O das Auge des Zuschauers, hinter deßen Rücken nach CO hinaus die Sonne scheint und folglich der Winkel u ihre Höhe über dem Horizont angiebt. Vor dem Zuschauer nach DFBE hin sey die Luft mit dunkeln Wolken angefüllt die noch stark regnen. Aus der Sonne treffen mit OC und unter sich parallel die Stralen SSSS (denn wegen der großen Entfernung der Sonne von der Erde sind ihre Stralen als unter sich parallel gehend anzusehen) auf die fallenden Regentropfen, und werden in denselben ein- oder mehreremal gebrochen und alsdann ins Auge farbigt zurückgeworfen.

§. 302. In allen Regentropfen, aus welchen die Lichtstralen nach einer doppelten Brechung und einmaligen Zurückwerfung unter einem Winkel von $40^{\circ}\ 17'$ ins Auge fallen, sehen wir violette und wenn dieser Winkel $42^{\circ}\ 2'$ ist rothe Farben im Regenbogen, zwischen welchen sich die übrigen in der

 obi-

obigen Ordnung zeigen und hieraus entsteht der innere und vornehmste Bogen. Der Sonnenstral Si wird an der Oberfläche des Tropfens in i gebrochen fällt nach k, wird dann von k nach m zurückgeworfen, hier bricht er sich abermal und kommt unter den Winkel mOC = 42° 2′ ins Auge, und ist alsdann roth gefärbt. Eben so gehts mit dem Tropfen r wobey der Stral unter den Winkel rOC = 40° 17′ ins Auge kömmt und die violette Farbe mitbringt, so daß also die Breite des gefärbten Bogens 1° 45′ ist. Hiebey werden die Regentropfen als stillstehend vorgestellt, allein ob sie gleich im Fallen beständig einen andern Ort einnehmen, so treten doch immer andere an die vorige Stelle, wo diese Winkel vorkommen.

§. 303. Noch können concentrisch um diesen innern Regenbogen Tropfen fallen, aus denen die Lichtstralen erst nach einer doppelten Brechung und Zurückwerfung und also mehr geschwächt unter Winkeln von 50° 59′ und 54° 7′ ins Auge fallen, wobey denn die Erfahrung lehrt, daß sie im ersten Fall rothe und im zweiten violette Farben bringen, woraus ein Nebenregenbogen von 3° 8′ Breite in verkehrter Ordnung der Farben entsteht. Der Stral So bricht sich in dem Tropfen in o nach d hinüber von hier wird er nach a und von a nach n zurückgeworfen, kommt nach einer abermaligen Brechung unter den Winkel nOC ins Auge, und ist violett gefärbt. Auf eben die Art bringt der Stral Sm aus einen jeden Tropfen unter den Winkel eOC die rothe Farbe zurück.

§. 304. Wenn man sich nun vorstellt, daß die gefärbten Stralen Or, Om, Oe, On unter einen unveränderlichen Winkel um OC als ihre Axe sich bewegen, so entstehen daraus Kegel deren Grundflächen kreisförmig sind, folglich werden sich in allen Regentropfen die in jeden Augenblick die Puncte ihres Umkreises einnehmen dieselben Farben zeigen und man muß aus O farbigte Bögen innerhalb den zwischen den bemerkten Winkeln eingeschloßenen Räumen sehen; deren Schenkel auf dem Horizont stehen; in allen übrigen Gegenden aber wo es in FDEB regnet, werden die Lichtstralen in den Tropfen unter Winkel gebrochen wobey keine Farben entstehen können.

§. 305. Es ist aus dem vorigen begreiflich daß man nach den verschiedenen Höhen der Sonne über dem Horizont aus O bald ein größer bald ein kleineres Stück vom farbigten Regenbögen sehen muß. Auf der Erdoberfläche kann nur wenn die Sonne im Horizont steht und folglich die Linie CO mit RH zusammenfällt und C der Mittelpunct vom Regenbogen im Horizont kommt, der halbe Umkreis deßelben sichtbar seyn. Je höher die Sonne über dem Horizont kommt um ein desto kleineres Stück zeigt sich vom Regenbogen weil OC alsdann immer mehr sich untern Horizont senkt. Steht die Sonne 42° 2′ hoch, so liegt Om mit dem Horizont parallel und dann hört die Möglichkeit der Entstehung des innern Regenbogens auf und ist die Sonne 54° 7′ erhaben, so kann sich auch aus ähnlichen Ursachen der äußere Bogen niemals zeigen.

§. 306. Je näher der Regen worin der Bogen formirt wird dem Zuschauer ist, um desto kleiner wird er seyn und je weiter um desto größer, weil im erstern Fall die farbigten Stralen welche den Umkreis der Grundfläche des angezeigten Kegels beschreiben kürzer, im zweiten länger sind. Der Regenbogen zeigt sich oft nur zum Theil nemlich nur da wo es wirklich innerhalb den dazu gehörigen Raum regnet, und deßen Farben erscheinen um so viel lebhafter, je dunkler die der hellscheinenden Sonne gegen überstehende Regenwolken sind, der Nebenregenbogen wird auch nicht anders als unter der letztern Bedingung gesehen. Ein jeder Zuschauer sieht übrigens seinen eigenen Regenbogen und alle Augenblick einen andern welches leicht zu zeigen ist.

§. 307. Zuweilen umgeben die Sonne, den Mond auch wol den größten Sternen ein oder mehrere glänzende Ringe, in deren Mittelpunct diese Körper stehen und die einen dunklern Raum einschließen. Sie sind entweder weiß oder zeigen auch schwache Regenbogenfarben. Der Durchmeßer dieser Ringe oder Kränze um Sonne und Mond ist sehr veränderlich, und wird zuweilen bis zu 90° groß beobachtet, um den Sternen aber trägt er nur wenige Grade aus. Sie werden in den gröbern Dünsten der untern Luft von den starken Brechungen der Lichtstralen formirt, einige leiten auch ihre Entstehung von den Stralenbrechungen in Hagelkörner her die einen dichten Schneekern und eine durchsichtige Oberfläche von Waßer oder Eis haben. Sie müßen nicht hoch in der Luft stehen weil sie

leicht

leicht vom Winde auseinander gehen, auch an einige Meilen von einander gelegenen Orten nicht zugleich gesehen werden. Ein Hoff vornemlich um den Mond ist eine Erscheinung wobey sich mehrentheils bey einer dunstigen Luft nur ein runder gewöhnlich weißlicher Schein um diesen Himmelskörper zeigt. Er entsteht aus den Dünsten der niedern Luft, die zwischen unsern Augen und dem Monde schwimmen und von deßen Schein erleuchtet sichtbar werden, dergleichen Höfe zeigen sich des Abends um einen jedem in starken Nebel gesetzten Lichte. Einige haben auch einen Regenbogen dem Monde gegen über gesehen, welche Erscheinung aber selten ist.

§. 308. Zuweilen erscheinen bey der wahren Sonne und dem wahren Mond *Nebensonnen* und *Nebenmonde*. Man sieht nemlich verschiedene Kränze oder Ringe mit schwachen Farben um diese Himmelskörper, welche von andern Bogen berührt werden, und an diesen Stellen zeigen sich gemeiniglich die Sonnen- und Mondbilder mehrentheils in unförmlicher Gestalt, schwachen Lichte, gefärbt und mit Schweifen versehen. Man hat dergleichen bis sechs auf einmal gesehen. Sie verweilen sich bey stiller Luft welche aber zugleich nicht völlig klar ist einige Stunden und rücken mit Sonne und Mond scheinbar am Himmel fort. Der Wind zerstreuet sie bald und sie werden auch in großen Entfernungen zu gleicher Zeit nicht gesehen, daher müssen sie sich in der untern Luft aufhalten. Einige Naturforscher erklären ihre Entstehung ziemlich glücklich aus den Stellungen vieler in der Luft alsdann aufrecht

 schwe-

schwebenden Eisnadeln, die an ihrem untern Ende einen durch schmelzen des Eises entstandenen Waßertropf haben, von welchen die Lichtstralen wie bey den cylindrischen Spiegeln zurückgeworfen werden, und wirklich sind dergleichen Eisnadeln an einigen Orten bey dieser Erscheinung aus der Luft herunter gefallen, wodurch diese Hypothese ein ziemliches Gewicht der Wahrscheinlichkeit erhält.

§. 309. Die Abend- und Morgendämmerung gehört auch zu den glänzenden Lufterscheinungen. Wenn die Sonne des Morgens und Abends weniger als 18° unter den Horizont steht, so fallen ihre Stralen auf unsern Dunstkreis unter sehr schiefen Winkeln und verursachen durch ihre Brechung und Zurückwerfung denjenigen von einen Bogen begränzten Glanz in der Luft, der des Morgens in Osten vor der Sonne hergeht und ihr des Abends in Westen nachfolgt. Sie kann in die Astronomische und Bürgerliche abgetheilt werden. Jene fängt an und hört auf wenn die Sonne 18° tief untern Horizont steht, um welche Zeit bey heitrer Luft alle Sterne sichtbar sind, sie dauert in unsern Gegenden im Anfang des März und im October kaum 2 Stunden, sonsten gewöhnlich 2½ Stunden; von der Mitte des May bis gegen das Ende des Julii aber die ganze Nacht. (§. 203.) Die bürgerliche Dämmerung endigt sich, wenn die Sonne etwa 6½° untern Horizont steht, da sich der Dämmerungskreis über den Scheitelpunct hinzieht und man in mittelmäßig freyliegenden Wohnungen Licht anzuzünden genöthigt ist. Diese dauert bey uns im Junii

1 Stun-

1 Stunde 2 Minuten und im März und October nur 42 Minuten.

§. 310. Das Zodiacal oder Thierkreislicht wird auch zuweilen mit unter die Lufterscheinungen gerechnet, obgleich deßen Particuln wahrscheinlich die mehreste Zeit weit über unserer Atmosphäre erhaben sind. Es erscheint gewöhnlich im Frühjahr des Abends am westlichen und im Herbst des Morgens am östlichen Himmel in Figur eines schräge liegenden Pyramidalförmigen der Milchstraße gleichenden Lichtschimmers, erstreckt sich oft von der untern Horizont stehenden Sonne an zu rechnen auf 100 zuweilen nur auf 45°. Im Anfang des März zeigt es sich des Abends um 7 und 8 Uhr zwischen den Fischen, Kopf des Wallfisches, Widder und reicht bis bey den Hyaden im Stier. Dieses Thierkreislicht wird sehr wahrscheinlich als noch zur Sonnenatmosphäre gehörig erklärt und alle Erscheinungen deßelben stimmen damit überein. (§. 399.) Erst seit Ao. 1683 ist es bekannt geworden, und damals von Caßini zuerst beobachtet.

§. 311. Irrlichter zeigen sich öfters des Nachts als auf der Erde hinhüpfende Flammen über sumpfichte Oerter, und entstehen wahrscheinlich aus den fetten und öhlichten Ausdünstungen derselben, sie leuchten nur und brennen nicht. Sternschnuppen, Sternschuß heißt ein Licht welches sehr oft des Nachts bey heiterm Himmel in der Luft gesehen wird, eine Strecke schnell fortschießt und das Ansehen eines fallenden Sterns hat. Zuweilen erscheinen auch dergleichen Lichter als kleine Kugeln mit

einem schönen Glanze und fallen langsamer herunter bis sie verlöschen. Beyde Arten sind wol nichts anders als ein Haufen brennbarer Materien in der Luft, welche sich durch eine Gährung oder einer Electricität schnell entzünden und dann fortschießen bis sie in den feuchten Gegenden der untern Luft verlöschen. Denn diese Erscheinungen müßen über den Wolken vorgehen weil sie sich nur bey heiterer Luft zeigen.

§. 312. Fliegende Drachen, brennende Balken ꝛc. und dergleichen Luftbegebenheiten Meteoren wovon der gemeine Mann häufig redet, laßen sich aus ähnlichen Ursachen erklären. Feuerkugeln die zuweilen plötzlich helleuchtend und in einer ansehnlichen Größe des Nachts entstehen, schnell fortfliegen und oft mit einem starken Knall zerspringen, sind besondere Erscheinungen welche sich schwerlich durchaus von entzündeten Dünsten unserer Atmosphäre herleiten laßen, wie wol einige Arten derselben daher ihren Ursprung nehmen mögen. Einige Naturforscher setzen unter andern die Entstehung der außerordentlichsten weit außerhalb unserer Dunstkugel, und sehen sie für gewiße Theile an die von der allgemeinen Anziehungskraft irgendwo zusammengeballt worden und in deren Nachbarschaft die Erde bey ihren Lauf um die Sonne kommt.

§. 313. Noch sind die Gewitter und die Nordlichter sehr merkwürdige Lufterscheinungen. Die majestätischen obgleich in ihren Wirkungen oftmals fürchterlichen Auftritte des erstern und die prächtigen Licht- und Farbenschattirungen des letztern verdie-

dienen Bewunderung. Das der Bliß bey den Gewittern blos eine Wirkung der electrischen Kraft in den Gewitterwolken gegen andere nicht so stark electrisirte Wolken oder irrdische Gegenstände sey ist in den neuern Zeiten durch viele Versuche völlig ausgemacht, und alle zerstörende Eigenschaften der Blißstralen laßen sich daraus erklären. Zugleich entsteht an dem Ort wo der Bliß oder die plößliche Ausladung der Electricität einer Wolke vorgeht, wie bey den electrischen Versuchen, ein Knall oder der Donner deßen anhaltendes raßelndes Getöse in der Luft größtentheis von dem Wiederhall gegen feste irrdische Körper abhängt. Der Donner wird gemeiniglich erst nach den Bliß gehört; und je später er erfolgt um desto weiter ist die blißende Wolke von uns. Da die Versuche gezeigt haben daß der Schall in einer Secunde etwa 1038 Pariser Fuß oder in 22 Secunden eine deutsche Meile durchläuft so läßt sich aus den bemerkten Zeitunterschied zwischen Bliß und Knall, die Entfernung und zugleich die anscheinende Gefahr des Blißes erkennen, indem der Schein deßelben in der Entfernung von einigen Meilen, in den nemlichen Augenblick da er entsteht von uns gesehen wird. Man sieht es auch vornemlich in den Sommernächten oftmals blißen, ohne daß der Donner gehört wird, welches wol die mehreste Zeit nur der Wiederschein vom Bliße der untern Horizont stehenden oder sehr entfernten Wetterwolken seyn möchte.

§. 314. Das Nordlicht zeigt sich nur über den Horizont der nordlichen Länder besonders im Herbst

 und

und Frühjahr und nimmt auch gewöhnlich die Nordseite des Himmels mit einiger Abweichung nach Westen ein. Die dabey vorkommenden Erscheinungen von den am mitternächtigen Himmel aufsteigenden Glanze, Erleuchtungen, Lichtausflüßen, beweglichen Säulen, Bögen, Farbenmischungen ꝛc. sind mannigfaltig, und weil sie Aufmerksamkeit erregen, vielen bekannt. Ueber die Entstehung des Nordlichtes haben die Naturforscher viele Muthmaßungen gewagt. Die wahrscheinlich richtigsten sind wol folgende: Daß die Nordscheine in den Gegenden über unserer Dunstkugel vorgehen, da einige ihre Entfernung auf 100 und mehr Meilen berechnet haben, woselbst die electrische Materie des Aethers zuweilen in eine außerordentliche Bewegung geräth und mit den ihm zunächst angränzenden feinsten Lufttheilgen dergleichen glänzende Erscheinungen verursacht. Mairan leitet den Nordschein aus Theilen des Zodiacallichtes her die alsdann in unserer Luft übergehen, wobey alle Umstände, nemlich die Lage dieser Sonnenatmosphäre, die Jahrszeit worin das Nordlicht am gewöhnlichsten erscheint und der Ort deßelben sich glücklich vereinigen laßen. Der Abbe Hell, sucht im Anhange zu seinen Ephemeriden von 1777 zu beweisen, daß blos Sonne und Mond die Nordlichter, entweder einzeln oder gemeinschaftlich, nach ihrem verschiedenen Stande unter dem Horizont, erzeugen.

Anmerk. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels habe ich von Seite 599 bis 609 von diesen und den übrigen nächtlichen Lufterscheinungen etwas mehr sagen können.

Von verschiedenen optischen Betrügen beym Anblick des Himmels.

§. 315.

Es ist bey der Betrachtung des Firmaments sehr wichtig zu untersuchen, ob sich auch nicht hiebey Betrüge des Gesichts oder unrichtige Vorstellungen der menschlichen Seele mit einmischen, welche uns dergestalt täuschen, daß wir die scheinbaren Größen der Himmelskörper, ihre scheinbaren Entfernungen und gewiße Himmelsbegebenheiten anders als nach den Regeln der Sehekunst an einer oben von §. 71 bis §. 76. vorgestellten scheinbaren Halbkugel des Himmels, wahrzunehmen glauben. Daß sich dergleichen wirklich zutragen müße zeigen folgende allgemeine Erfahrungen.

Veränderlich erscheinende Größen von Sonne und Mond, eine eingedrückte Gestalt des Himmelsgewölbes ꝛc.

§. 316.

Alle Menschen glauben die Sonne und den Mond am Horizont weit größer zu sehen als hoch am Himmel und diejenigen welche mehr als gewönlich auf die Gestirne merken, finden eben so, daß ihre Sterne niedrig am Himmel viel weiter auseinander stehen, und daß sich folglich auch die Grade der scheinbaren Himmelskugel daselbst vergrößern. Endlich scheint der Himmel bey weiten nicht die Gestalt einer Halbkugel sondern eines übern Scheitelpunct

punct stark gesenkten Gewölbes zu haben. Die mit Schwierigkeit verbundene Erklärung dieser Erscheinungen hat schon ofte den Naturforschern viele Mühe verursacht.

§. 317. Zu glauben, daß Sonne und Mond im Horizont wirklich größer sind wäre ungereimt, da wenn wir nach Figur 56 in a diese Himmelskörper im Horizont haben, sie andern Völkern im Scheitelpunct erscheinen und von denselben eben so wie von uns für kleiner gehalten werden, folglich in gleichen Augenblicken nicht zugleich groß und klein seyn können. Sich vorzustellen, daß beyde im Horizont uns vielleicht viel näher gekommen sind, wäre gleichfalls irrig, da die 56 Figur zeigt daß die zum aufgehenden Mond von n nach a reichende Linie größer ist als n c wenn er zu der Zeit im Scheitelpunct stünde, und daß folglich das Bild des Mondes sich im Horizont wie es auch die Astronomen durch genaue Meßungen finden um etwas kleiner im Auge abwerfen müße als im Zenith. Eben dies gilt von der Sonne, nur daß bey ihrer vielmal größern Entfernung der Unterschied unmerklich wird.

§. 318. Demnach sehen wir wirklich Sonne und Mond im Horizont und hoch am Himmel gleich groß (denn die Verkleinerung des Mondes am Horizont trägt nur einige Secunden aus, die fürs bloße Auge sich verlieren) das heißt: der Sehewinkel von beyden kann in allen Ständen als unveränderlich betrachtet werden. Desto mehr aber entsteht die Frage, warum denn der Astronom sowol als der des Himmelslaufes völlig Unkundige, Son-

ne

ne und Mond beym Auf- und Untergang ansehnlich größer hält.

§. 319. Hiebey ist zuerst zu merken, daß unsere Beurtheilung über die wirkliche Größe naher und entfernterer Gegenstände sich nicht blos nach den Sehewinkel von beyden richte, denn das Bild eines kleinen nahe vor mir stehenden Thieres kann dem von einem entferntern größern in meinem Auge vielmal übertreffen, und gleichwol werde ich durch eine von Jugend auf gemachte Erfahrung das letztere als größer betrachten und in dieser Schätzung auch bey einem unbekannten Thiere um so viel richtiger gehen, je genauer mir deßen Entfernung bekannt ist. Allein wenn dies letztere fehlt, oder zufällige Umstände mir eine unrichtige Vorstellung dieser Entfernung beybringen, dann gerathe ich in die Nothwendigkeit mir von der muthmaßlichen Größe des entlegenen Gegenstandes eben so unrichtige Begriffe zu machen, und ich werde solchen um so viel größer als er wirklich nach optischen Regeln erscheinen müßte, zu sehen glauben, als ich denselben weiter von mir entfernt, als er in der That ist, setze. Die scheinbare Größe hängt also nicht allein von den Sehewinkel, sondern auch von der richtigen oder unrichtigen Beurtheilung der Weite eines entfernten Gegenstandes ab.

§. 320. Da nun Sonne und Mond am Horizont stark vergrößert erscheinen, so müßen wir uns von ihrer Entfernung einen unrichtigen Begriff machen, und glauben daß sie alsdann viel weiter von der Erde weg stehen, und die Erregung

die-

dieses falschen Begrifs muß sehr natürliche Ursachen haben, weil dadurch bey allen Menschen ein gleicher Irrthum erzeugt wird.

§. 321. Halten wir Sonne, Mond und Sterne am Horizont für weiter als in allen ihren Höhen über demselben, so muß die scheinbare uns jedesmal sichtbare Halbkugel des Himmels an welcher wir alle himmlische Körper hinaus setzen, als ein flaches Gewölbe oder als ein Stück einer ansehnlich größern Kugel deren Mittelpunct weit unter unsern Füßen liegt, aussehen, welches ein jeder beystimmt. Die Weite vom Beobachter zum Horizont möchten wohl die mehresten um etwa 3 mal der Weite zum Zenith übertreffend schätzen, und in eben diesem Verhältniß wird man auch die Vergrößerungen der Mond- und Sonnenbilder und die erweiterten Räume zwischen den Sternen am Horizont zu sehen glauben.

§. 322. Die 63ste Figur zeigt, wie unser Urtheil von der scheinbaren Größe der himmlischen Körper eine nothwendige Folge der Vorstellung ihrer mehrern oder geringern Entfernung wird. Es sey HPN die scheinbare Halbkugel; HZN aber das eingebildete um das Zenith Z stark gesenkte Gewölbe des Himmels, deßen letzterer Mittelpunct weit unterhalb dem Horizont oder dem Punct O als das Auge des Zuschauers liegt. Nun ist hier an der innern Seite der Figur der Mond zum Beyspiel genommen und von 15 zu 15° seiner Höhe an der scheinbaren Halbkugel des Firmaments verzeichnet, wobey die Gesichtswinkel in O in allen Ständen

des

des Mondes (bis auf wenige Secunden (§. 317.) gleich groß bleiben. Glauben wir nun, es sey durch welche Illusion es wolle, daß der Mond uns im Aufsteigen an dem gesenkten Gewölbe des Himmels näher komme, so werden wir denselben z. B. in der Höhe von 45° in a zu sehen vermeinen, wobey der Gesichtswinkel mOp mit allen übrigen gleich groß bleibt, der Mond aber uns kleiner vorkommt, weil da die Gesichtslinien näher an einander fallen, welche Abnahme des Monddurchmeßers vom Horizont bis zum Zenith die Figur deutlich vorstellt.

§. 323. Hiernach läßt sich auch erkennen, daß die niedrigern Grade des Himmels weit größer als die höhern erscheinen, und daß wir folglich die Himmelskörper wenn sie z. B. mit einem Quadranten gemeßen 45° hoch stehen um weit mehr als die Hälfte vom Horizont bis zum Zenith herauf erblicken, indem wir ihre Höhe aus dem Stück Himmel daß wir zwischen ihnen und einen dieser Puncte sehen beurtheilen; nach der Figur ist für diese Höhe in a das Stück H a weit größer als a Z. Herr Smith merkt in seinem Lehrbegriff der Optik an, wie er aus verschiedenen Beobachtungen gefunden, daß ihm Sonne und Mond bereits in der Höhe von 23° um die Hälfte vom Horizont bis zum Zenith erhaben geschienen, woraus folgen würde, daß die horizontale Weite des Himmelsgewölbes, der Verticalen um fast 4mal überträfe. Die Sterne müßen gleichfalls deswegen am Horizont weiter aus einander stehen. Gesetzt, die beiden Fixsterne R und S sind nahe am Horizont, so werden sie uns

am

am gesenkten Himmelsgewölbe unter der Weite rs erscheinen, kommen nun beyde dem Zenith nahe, so wird ihre Entfernung daselbst nur tu seyn. Daher ließe sich auch aus zwey Paar Sternen die nahe am Horizont und Zenith gleich weit von einander zu stehen scheinen, die Größe des gesenkten Himmelsgewölbes folgern.

§. 324. Nunmehr ist noch zu untersuchen, was denn die unrichtige Vorstellung wodurch wir so sehr getäuscht werden, daß wir alle Himmelskörper am Horizont viel entfernter zu sehen glauben, zur Ursache habe, und wenn dieses dargethan worden, so wird nach dem vorigen sich die hieraus entstehende eingebildete Vergrößerung von Sonne und Mond ꝛc. von selbst ergeben. Die Meinungen der Naturforscher sind hierüber folgendermaaßen getheilt.

§. 325. Einige stellen sich vor, daß alle Menschen deswegen Sonne und Mond im Horizont für entfernter halten, weil sich in diesem Stande zwischen ihren Augen und diesen Himmelskörpern verschiedene hinter einander liegende Gegenstände auf der Erdoberfläche zeigen, deren Entfernung zum Theil bekannt ist, und daß hiedurch in der Seele eine Vorstellung von einer größern Ferne des Mondes ꝛc. entsteht, als wenn er hoch am Gewölbe des Himmels einsam erscheint wo keine irrdische Gegenstände Gelegenheit darbieten seinen Abstand nach uns einigermaaßen bekannten Weiten zu schätzen, und wo wir ihn im Verhältniß seines horizontalen Abstan-

standes für viel näher bey uns halten. Malebranche hat zuerst diese Erklärung gegeben.

§. 326. Einfacher und richtiger aber ist wol Herrn L. Eulers Meinung, daß wir Sonne und Mond ꝛc. deswegen am Horizont für entfernter halten, weil sich diese Himmelskörper daselbst in einem viel schwächern Lichte darstellen als wenn sie dem Zenith nahe kommen, so daß auch unsere Augen den sonst blendenden Glanz der Sonne am Horizont ruhig ertragen können, und diese Erscheinung wird von allen Menschen auf gleiche Art wahrgenommen. Da uns nun von der ersten Jugend an die Erfahrung häufig gelehrt, daß die Gegenstände auf der Erde um so viel matter und undeutlicher erscheinen je weiter sie von uns stehen, welches sich die Landschaftsmahler wol zu Nutze zu machen wißen, so wenden wir dieses auf die Himmelskörper an und glauben dieselben näher bey uns und folglich kleiner zu sehen, wenn sie an Glanz zunehmen das ist, wenn sie den Himmel heraufsteigen.

§. 327. Die Ursache des gedämpften Lichtes der Himmelskörper am Horizont ist nach der 54 Figur leicht zu erklären. Die Lichtstralen derselben schießen nemlich durch die Atmosphäre in unsere Augen. Am Horizont nun müßen dieselben theils durch eine weit größere Weite, theils durch die dichteste Luftschichte zunächst an der Erde den Dunstkreis durchfahren, wie der Stral Tr, als hoch am Himmel oder gar im Zenith woselbst der Lichtstral ar den senkrechten und kürzesten Weg ar zu ma-

M   chen

chen hat, und folglich am wenigsten geschwächt ins Auge fällt.

§. 328. Nicht allein auf die himmlischen Körper ist der Irrthum der menschlichen Seele eingeschränkt, daß sie solche gegen den Horizont hinaus aus eine oder die andere der angezeigten Ursachen in einer größern Weite zu sehen glaubt, sondern eben dies findet sich bey allen irrdischen Gegenständen. Ueberhaupt alles was in der Luft erhoben ist, halten wir für näher und daher für kleiner als in der nemlichen Weite vor uns auf der Erde gesehen, wie sich dieses bey Statuen auf hohen Gebäuden, Thurmknöpfen x. bemerken läßt. Daß uns eben so die Wolken allemal näher zu seyn scheinen, als sie wirklich stehen, lehrt folgende Erfahrung: Wenn die Sonne, wie man sagt, Wasser zieht, so zeigen sich ihre Stralen zwischen den Oefnungen der Wolken in den Dünsten der Luft als helle Striemen, welche aus der Sonne, die aber alsdenn für den Zuschauer hinter einer Wolke steht als einen Mittelpunct abwärts zu fahren scheinen, da doch dieselben wegen der grossen Entfernung der Sonne als unter sich parallel und auf uns zu kommend zu betrachten sind. Es sey AB die Erdfläche, in S das Bild der Sonne, in C das Bild zweyer Wolken, zwischen welchen die Sonnenstralen auf den Ort B auf angezeigte Art zu fallen scheinen. Der Zuschauer ist in A und SAB die Höhe der Sonne über seinen Horizont; so daß alle aus der Sonne kommende Stralen mit SA parallel gehen. Die auf B fallende Stralen haben also daselbst die Richtung

tung DB und die in C erscheinenden Wolken müssen wirklich in D und demnach weiter entfernt stehen, wo AD und BD einander durchschneiden.

§. 329. Wir sehen daher die in der Luft erhabenen Körper nicht eigentlich an ihren rechten Ort, sondern da wo wir ihr Bild an dem gesenkten Gewölbe des Himmels hinsetzen; Gesetzt RS Fig. 63 wären zwey Paar Sterne in einem Vertical, so werden wir solche nach t u r s und demnach da wo ihre Projection auf Z m hinfällt, folglich in ganz andern Lagen und Entfernungen zu sehen uns einbilden. Dinge, die aus der Luft senkrecht herunterfallen als etwa die glänzenden Materien bey den Sternschnuppen, werden gleichfalls daher von uns abwärts an dem Gewölbe des Himmels hin zu fliegen scheinen, und zwar mit einer im Fallen zunehmenden Geschwindigkeit, weil wir sie immer in den niedrigen und erweitetern Gegenden desselben hinaussetzen. Auf eben die Art sehen die kreisförmigen Höfe und Kränze um den Mond gemeiniglich oval oder länglicht aus, dergestalt, daß ihr längster Durchmesser auf dem Horizont senkrecht steht. Die Breite der farbigten Schenkel der Regenbögen und die Weite zwischen beyden scheint sich auch daher nach unten zu vergrößern.

§. 330. Noch muß ich anmerken, daß die scheinbare Gestalt des Himmels eigentlich nicht bogenförmig ist, weil die niedern Gegenden eine sich stärker krümmende Richtung annehmen und die weit um den Scheitelpunct herumliegenden um desto flächer sind. In Figur 63. kommt daher n Z m

dieser Gestalt näher als H Z N. Auch bringen die Beobachtungen bey einem mit Wolken bedeckten Himmel eine merklich andere Gestalt desselben als bey einem völlig heitern heraus. Wie sehr würde man sich also nicht in der scheinbaren Lage der Gestirne beym blossen Augenmaasse irren, wenn man auf diesen optischen Betruge nicht zugleich Rücksicht nähme, welches der Fall bey den alten Astronomen war, ehe derselbe bekannt wurde. Wiewol schon Ptolemeus erinnert, daß man beym Gebrauch der alten astronomischen Beobachtungen darauf Acht haben müße.

Von optischen Betrügen und Erscheinungen die von dem Glanze der Himmelskörper herrühren.

§. 331.

Wenn auch unser Urtheil über die Entfernung leuchtender Gegenstände noch so vollkommen ist, so werden wir hiebey doch oft getäuscht, sobald entferntere Körper dieser Art vor den nähern vorzüglich glänzend erscheinen. Die Meilen weit entfernte Flamme einer aufgehenden Feuersbrunst werden wir daher des Nachts näher zu sehen glauben als ein Licht das wir in einer viel nähern Abstand erblicken, und eine in einer gewissen Weite anfangs als ein trüber Feuerstral aufgestiegene Rakete, wird hoch in der Luft, wenn sie sich in lichthelle Kugeln ververwandelt uns auf einmal näher zu kommen scheinen.

§. 332

§. 332. So können wir uns nicht erwehren überhaupt die größern oder hellsten Sterne für näher zu halten als die kleinern und unscheinbarern, wenn auch gleich aus andern Gründen unsere Kurzsicht genöthigt ist, sie alle an der Fläche eines Gewölbes zu setzen. Wenn z. B. Jupiter mit Mars nahe zusammen kömmt, so werden wir erstern seines größern Glanzes wegen für näher ansehen, und eben so wird unsere Einbildungskraft bey Bedeckungen der Fixsterne vom Mond überrascht, vornemlich wenn der Mond mit seinen dunklen Rand gegen den Stern rückt, denn da hat es das eigentliche Ansehen, als wenn der Stern seiner anscheinenden größern Nähe wegen, vor den Mond vorüber gehen werde, bis er plötzlich hinter den Rand desselben tritt und aus unsern Augen verschwindet. Wenn auch der Mond sichelähnlich erleuchtet sich am Himmel zeiget, werden wir ihm für entfernter halten, als im vollen Lichte wenn es möglich wäre beyde Gestalten auf einmal mit einander zu vergleichen, zumal da bey der letztern sein Glanz auch die größern Sterne ziemlich verdunkelt.

§. 333. Ferner ist zu merken, daß wir alle glänzende Körper mit bloßen Augen wirklich unter einen größern Sehewinkel als andere gleich grosse Gegenstände erblicken, indem dabey in unsern Augen um das wahre Bild derselben ein von ihren lebhaften Glanz entstehender Zerstreuungskreis der Stralen statt findet, innerhalb welchen sich noch ein matter Schein ausbreitet, und wodurch das Bild vergrößert wird. So wäre dies ein scheinbares

und unvollkommenes Sehen, welches die Fernröhre dadurch abhelfen, daß sie diese falsche Stralen absondern und uns das deutliche nach der wirklichen Größe des Sehewinkels entstehende Bild vom Gegenstande vergrößert darstellen. Die Flamme einer Kerze können wir des Nachts in einer großen Ferne sehen, und selbige erscheint mit blossen Augen sogar größer als durch Fernröhre, dahingegen sich ein dunkler Körper von nemlicher Größe bey Tage bereits in einer geringen Weite aus unsern Augen verliert.

§. 334. Die alten Astronomen, welche nur mit blossen Augen die Himmelskörper betrachteten, hielten daher die scheinbaren Durchmesser der Planeten und Fixsterne für viel größer als die Neuern durch Ferngläser finden. Wiewol die Astronomen sich gemeiniglich nach und nach eine gewisse Fertigkeit im deutlichern Sehen erwerben, nach welchen sie die Sterne mit blossen Augen nicht für so groß halten als diejenigen, welche hieran nicht gewöhnt sind, auch selten oder niemals die Himmelskörper durch Ferngläser betrachten. Letztere klagen deswegen oft, daß die Fernröhre nicht so stark wie sie erwarten, vergrößern, da sie den undeutlichen und durch seinen Glanz viel ansehnlicher in die Augen fallenden Planeten vergrößert zu sehen hoffen, statt daß die Gläser derselben nur ein von dessen eigentlichen scheinbaren Durchmesser entstandenes deutliches Bild erweitert darstellen.

§. 335. Der volle Mond erscheint daher mit blossen Augen größer als ein jeder dunkler Körper

unter

unter einem gleich grossen Sehewinkel. Herr Jurin setzt diese Vergrößerung auf 4 Minuten bey den Augen, die man für gut hält (denn sonst ist hiebey noch einiger Unterschied.) Der Glanz der Mondscheibe müßte nach dieser Erklärung, daß das Licht um den wahren Mondrand noch einen Zerstreungskreis bildet, in den mittlern Theilen stärker seyn, welches sich aber nicht findet und wovon die Ursache vornemlich in den daselbst befindlichen dunklen Flecken zu suchen ist, die diesen stärkern Glanz mildern. Wenn der volle Mond in der Nachbarschaft zweyer Sterne steht, deren scheinbare Entfernung von einander bekannt ist, so wird man durch die Schätzung, wie viele Monde wol zwischen beyden Raum hätten, sich überzeugen können, daß der Mond im Durchmesser größer erscheine. Noch besser zeigt der Augenschein, daß leuchtende Körper am Himmel größer als dunkle und eben so grosse aussehen; wenn man auf den zu oder abnehmenden sichelförmig erleuchteten Mond Achtung giebt, denn da scheint die helle Sichel einer größern Scheibe als den zugleich sichtbaren dunklen Theil des Mondes zuzugehören, und eben so sieht bey Sonnen- und Mondfinsternissen der noch helle Theil größer aus als sich durch wirkliche Ausmessungen findet.

§. 336. Der scheinbare Durchmesser der Planeten wird mit blossen Augen, das heißt: beym undeutlichen Sehen in einem viel stärkern Verhältniß als der Durchmesser des Mondes vergrößert. Herr Jurin berechnet, daß wenn Jupiters scheinbarer Durchmesser vollkommen oder ohne Zer-

streuungskreis ꝛc. seiner Lichtstralen gesehen unter einen Winkel von 38 Secunden erscheint, das mattere falsche Bild desselben 4 Min. 38 Sec. also über siebenmal grösser, gesehen wird. Beym Mars findet er die Vergrösserung gar neun und dreyßigmal, da der scheinbare Durchmesser dieses Planeten beym vollkommenen Sehen 6 Sec. beym undeutlichen aber 3 Min 54. Sec. groß erscheinet. Für Venus ist dies Verhältniß wie 1 zu 12. Wegen dieses undeutlichen Sehens erscheinen auch Venus und Merkur alsdenn wenn sie sichelähnlich erleuchtet am Himmel stehen, in runder Gestalt, und eben so Mars, wenn er zuweilen uns nicht seine völlige erleuchtete Halbkugel zuwendet.

§. 337. Die Fixsterne werden auch bey den stärksten Vergrößerungen der Fernröhre um nichts größer gesehen, ja im Gegentheil erscheinen sie dadurch wegen der Absonderung der falschen Stralen kleiner. Daß aber dennoch bey ihnen die Fernröhre ihre Wirkung nicht verlieren, ergiebt sich daraus, daß ihre Zwischenräume erweitert werden, und sich eine sehr grosse Menge in Gegenden zeigen wo das blosse Auge keine sieht. Sie bleiben übrigens untheilbare Puncte und zeigen keinen merklichen Durchmesser wie die Planeten. Die Astronomen haben durch Beobachtungen der Bedeckungen von einigen Fixsternen erster Größe vom Monde gefunden, daß ihr scheinbarer Durchmesser keine Secunde austragen könne, und nun bestimmt Jurin den mit blossen Augen oder beym undeutlichen Sehen erscheinenden Durchmesser eines der hellsten Fix-

sterne

auf 4 Min. Demnach würden selbige mehr als 240mal vergrößert am Himmel gesehen.

§. 338. Von den unmerklichen Durchmessern und gleichwol starken Glanze der Fixsterne, entsteht vermittelst der Beschaffenheit unsers Dunstkreises das **Funkeln** oder Blinkern derselben. Die Lichtstralen der Sterne werden nemlich in der Luft und den in derselben aufgestiegenen Dünsten der Erde gebrochen, und leiden weil diese sich beständig zwischen unsern Augen und den Sternen bewegen, augenblicklich andere Brechungen, dergestalt, daß dadurch, weil ihr Durchmesser ungemein geringe ist, die Sterne selbst als in einer beständig zitternden Bewegung erscheinen. Dies Funkeln bemerkt man niedrig am Himmel stärker, als in ansehnlichen Höhen über dem Horizont, welches die häufigen Dünste, durch welche wir im erstern Stande die Sterne erblicken, zur Ursache hat, und überhaupt wird ihr Blinkern bey feuchter Luft merklicher befunden. Die Planeten zeigen schon ihres zu merklichen Durchmessers wegen kein so zitterndes Licht als die Fixsterne, obgleich einige sehr lebhaft glänzen. Noch weniger funkeln Sonne und Mond wegen ihrer ansehnlich scheinbaren Größe und man sieht nur zuweilen und vornemlich am Horizont ihre Ränder zittern.

§. 339. Außer den bisher vorgetragenen Irrthümern des Gesichts giebt es beym Anblick des Himmelsgebäudes noch viel allgemeinere, durch welche getäuscht die Menschen seit dem ersten Weltalter der Sonne, den Planeten und allen Gestir-

nen Bewegungen zuschrieben, Entfernungen und Größen beylegten, die gar nicht statt finden, weil sie hiebey blos aus den in die Augen fallenden Erscheinungen am Himmel, den Weltbau nach willkührlich angenommenen Hypothesen für richtig erklärt hielten. Erst seit wenigen Jahrhunderten sind durch eine mehr aufgeklärte Vernunft, abgelegte Vorurtheile, gehäuftere Erfahrungen und genauere Beobachtungen jene Irrthümer glücklich entdeckt und bey den Astronomen eine gegründetere Erklärung des Weltgebäudes allgemein eingeführt, welche die folgenden Abschnitte zum Gegenstande haben.



Siebender Abschnitt.

Von der Einrichtung des Sonnensystems, Erklärung der Erscheinungen desselben ꝛc.

Verschiedene Meinungen darüber.

§. 340.

Zu unserm Sonnensystem gehört eigentlich die Sonne mit den bis jetzt bekannten sechs Haupt- und zehn Nebenplaneten oder Monden, nebst den in unbestimmter ansehnlichern Anzahl vorhandenen Kometen.

meten. Dergestalt sind die Fixsterne davon ausgeschlossen, wiewol die Alten selbige mit dazu rechneten. Was die Sonne gegen die Erde, oder diese gegen jene und den übrigen Planeten für einen Ort einnimmt, wie die Bahnen der letztern unter sich gestellt sind, und wie sich diese Körper bewegen rc. darüber haben schon die ältesten Sternkundigen aus dem sinnlichen Anblick ihres Laufes verschiedene Muthmassungen gewagt. Wir sind aber erst in den neuern Zeiten zu einer richtigen Erklärung des Sonnensystems gelangt, indem nicht blos Mangel dienlicher Beobachtungen und genugsamer Gründe zur Unterscheidung der Scheinbewegungen von den Wahren, sondern vielmehr Vorurtheile und frommen Wahn der Entdeckung der Wahrheit bis dahin, alle Hinderniß in den Weg gelegt.

§. 341. Fürs erste ist hier nur von der allgemeinen Anordnung der Sonne und Planeten im Weltraum die Rede, worüber unter den Alten vornemlich Claudius Ptolemeus (§. 132) Meinung allgemein angenommen wurde, wiewol auch das System der alten Aegyptier bekannt war. Beyde sind aber als unrichtig erklärt, nachdem erst vor 230 Jahren Copernicus die wahre Verfassung des Sonnensystems vortrug und außer allen Zweifel setzte, obgleich noch nach etlichen 30 Jahren Tycho, um den Copernicus so viel als möglich, nur nicht die tägliche und jährliche Bewegung der Erdkugel einzuräumen genöthigt war, abermal ein neues System einzuführen, dessen Unrichtigkeit aber eben so leicht, wie das vom Ptolemeus zu zeigen ist.

Von

Von den alten Systemen des Ptolemeus und der Aegyptier.

§. 342.

Die alten Weltweisen machten sich von den Größen und Entfernungen der Sonne und Planeten viel zu geringe Vorstellungen, und hingen zu sehr an den Scheinbewegungen derselben, daß es kein Wunder war, wenn ihre Erklärung des wahren Weltbaues mangelhaft ausfiel. Pythagoras, Plato, Aristoteles, Archimedes, Hyppardus, Ptolemeus und andere, setzten die Erde im Mittelpunct der ganzen Schöpfung unbeweglich, um welche die Sonne, alle Planeten und das ganze zahllose Heer der übrigen Himmelskörper in 24 Stunden ihre Kreise beschreiben mußten. Ptolemeus suchte dieses System in seinem Buche, auf arabisch Almagestum genannt, zu beweisen, und es hat daher von ihm den Namen erhalten.

§. 343. Nach ihm steht, wie die 65. Figur zeigt, die Erde im Mittelpunct der Sonne und aller Planetenbahnen. Zunächst um derselben läuft der Mond und dann folgen in immer größeren Kreisen oder eigentlich an durchscheinenden kristallenen Sphären geheftet, Merkur, Venus, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn (wiewol einige von den vorhin genannten Weltweisen diese Ordnung etwas anders setzten.) Ueber den Saturn sind die Fixsterne am Firmament oder der achten kristallenen Himmelssphäre angeheftet. Dann kom-

kommen noch über dieser zwey benöthigte Sphären um die Bewegung der Fixsterne in der Länge ꝛc. zu erklären und endlich die eilfte Sphäre, oder das Primum mobile welche alle übrige täglich vom Morgen gegen Abend herum treibt. Die jenseits aller Planetenbahnen befestigte Fixsterne vollenden nach diesem System ihren einmaligen oder 24stündlichen Umlauf geschwinder als der Mond, dieser uns am nächsten stehende Himmelskörper. Die Sonne macht durch ihren Kreislauf von Morgen nach Abend in 24 Stunden Tag und Nacht, und ausserdem durch eine jährliche schraubenförmige Bewegung innerhalb den Wendecirculn nach Norden und Süden die Jahrszeiten. Die Planeten haben einen ähnlichen Lauf.

§. 344. Dieser Weltbau hat nichts zum Beweise für sich als den Schein, und es braucht in unsern Zeiten wenig Gründe seine Unrichtigkeit völlig einzusehen. Wir wissen nunmehr aus den bekannten Entfernungen der himmlischen Körper, daß die Sonne allein stündlich um fünf Millionen Meilen; die weiter entlegenen Planeten und noch weit mehr die Fixsterne ungleich schneller fortrollen müßten, um ihren Lauf am Himmel in 24 Stunden zu vollenden. Der Umlauf des nächsten Planeten müßte langsamer geschehen als der entfernteren, und die Bewegung der Fixsterne wäre so eingerichtet, daß bey allen ungleichen Abständen derselben von uns, sie dennoch allesamt ihre Stellung gegen einander nicht veränderten. Welche Ungereimtheiten und Wiedersprüche! Dann sollte auch der Mit-

tel-

telpunct des Kreislaufes der gewaltig grossen Sonne und der übrigen mehrentheils größern Planetenkugeln, ja der ganzen unzählbaren Menge der Fixsterne die gleichfalls Sonnen sind, die kleine Erde seyn? Wie würde hiebey die Weisheit des Schöpfers, die allemal die nächsten Mittel zur Erreichung ihres Endzweckes wählt, gerechtfertiget?

§. 345. Wie kann die Erde im Mittelpuncte der Planetenbahnen liegen, da diese Körper bald größer bald kleiner erscheinen? Sollten wir auch nicht zuweilen Venus und Merkur der Sonne gerade gegen über sehen, wenn unser Weltkörper von ihren Bahnen eingeschlossen würde? So aber entfernt sich Venus nie über 48 und Merkur über 28 Grad von der Sonne, welche Erfahrung das alte egyptische System veranlaßte, nach welchen Merkur und Venus um die Sonne laufen und derselben als Begleiter dienen, wodurch ihre beständige Nachbarschaft mit der Sonne und veränderlicher Lichtglanz sich erklären ließ. Allein, wie viel blieb man nicht auch hiebey und vornemlich in Ansehung der übrigen Planeten von der Wahrheit zurück?

§. 346. Wie läßt sich nach der Alten Meinung außer der 24 stündlichen Bewegung nach Westen der eigene Lauf der Planeten gegen Morgen begreiflich machen, ist es möglich, daß ein und derselbe Körper sich wirklich zugleich nach zweyen verschiedenen Richtungen bewegen könne? Und wodurch wird der ungleiche geschwinde Gang, auch das zuweilen vorfallende Stillstehen und Rückwärtsgehen (§. 66.) der Planeten erklärt? Wenn nicht

gar

gar in den damaligen Zeiten höhern Wesen das Geschäfte übertragen wurde, die eingebildeten kristallenen Himmelssphären nach Willkühr herumzuführen, so mußte man zu allerhand verwickelten Voraussetzungen seine Zuflucht nehmen. Den Planeten wurden eigene Bahnen beygelegt und an den Umkreise einer jeden ein kleiner Circul, welcher Epicyclus hieß, angebracht, und in diesen sollte der Planet zugleich herumlaufen, während daß er seinen Umlauf in seiner eigentlichen Bahn vollendete. Ließ sich damit noch nicht der unordentlich scheinende Lauf gänzlich berichtigen, so wurde am Umkreise dieses kleinen Circuls der Mittelpunct eines andern gesetzt u. s. w. deren näherer Gebrauch in den Schriften der alten Astronomen häufig vorkommt. Statt dergleichen willkührlichen Hypothesen hat Copernicus in den neuern Zeiten einen viel ordentlichern, einfachern, der Natur und ihren weisen Urheber anständigern Weltbau eingeführt, welcher daher zugleich der wahre seyn muß.

Vom Copernicanischen System.

§. 347.

Nicolaus Copernicus ein Domherr zu Frauenburg in Preußen wurde den 19ten Januar 1472 zu Thorn gebohren. Er machte sein System im May 1543 bekannt und starb wenige Tage hernach. Man sagt, daß dieser berühmte Mann auf seine sehr vernünftigen Gedanken durch Lesung der Schriften einiger Weltweisen aus der Pythagorischen

schen Schule gekommen sey, welche auch bereits dergleichen Meinungen geheget. Nemlich, daß statt einen unglaublichen und schnellen 24stündlichen Umschwung der Himmelskugel mit allen Weltkörpern anzunehmen, die Erde sich nur in eben der Zeit nach einer entgegengesetzten Richtung um ihre Axe drehen könne, woraus eine gleiche Erscheinung entstehen würde, und dann; daß nicht die Erde sondern die Sonne der Mittelpunct des Kreisförmigen Umlaufs aller Planeten sey, wodurch sich alle erscheinende Bewegungen derselben am Himmel sehr ordentlich daraus, daß die Erde selbst im Sonnensystem kreisförmig mit fortrückt, erklären laßen.

§. 348. Nach diesem richtigen Copernicanischen System auf welchem sich die ganze neuere Astronomie gründet, steht wie die 66ste Figur zeigt die alles erleuchtende Sonne in der Mitte der sechs bekannten Planetenbahnen unbeweglich, außer daß sie sich um ihre Axe wälzt. Zunächst um derselben läuft Merkur, welcher am geschwindesten seinen Umlauf vollführt. Hierauf folgen: Venus, die Erde von ihren Mond als einen Trabanten begleitet, dann: Mars, Jupiter mit seinen vier und endlich Saturn von fünf Monden begleitet, in immer größern Kreisen, der Natur der Sache gemäß so wie sie immer längere Umlaufszeiten haben. Die Entfernung der sechs Planeten von der Sonne zeigen die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52 und 95, wie wol diese Proportion in der Figur nicht hat vorgestellt werden können. Weit übern Saturn befinden sich die

die Fixsterne. Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal von Abend gegen Morgen um ihre Axe und daraus entsteht die scheinbare tägliche Umwälzung des Himmels von Morgen gegen Abend und zugleich Tag und Nacht. Sie läuft in einem Jahr um die Sonne und ihre Axe bleibt inzwischen allemal nach einerley Himmelsgegend hingerichtet, daraus entsteht die erscheinende Bewegung der Sonne in der Ecliptik, die Abwechselung der Jahrszeiten, und größtentheils der unordentlich erscheinende Lauf der Planeten. Der Mond läuft um die Erde in 27 Tagen und mit ihr zugleich um die Sonne, eben so wie Jupiter und Saturn von ihren Monden begleitet werden ꝛc. Im folgenden wird alles dieses näher erklärt.

Vom Tychonischen System.

§. 349.

Tycho de Brahe ein dänischer Edelmann, wurde den 13 Dec. 1546 und demnach 3 Jahr nach Copernicus Tode zu Knudstorff in Schonen gebohren. Um das Jahr 1577 machte er sein neues System bekannt und starb den 24 October 1601. Er hatte hierbey zur Absicht die Wiedersprüche welche der Copernicanische Weltbau noch bey vielen, vornemlich gewißer eingewurzelter Vorurtheile und einiger Stellen der Bibel wegen, die der Sonne eine Bewegung zuschreiben, fand, gänzlich zu heben, und behielt daher die Meinung der Alten bey, daß die Erde unbeweglich im Mittelpunct der Welt stehe,

um welche die Sonne herumliefe; hingegen räumte er dem Copernicus alles übrige, und folglich weit mehr ein, daß nemlich die andern fünf Planeten sämtlich um die Sonne ihre Bahnen beschreiben. Diesemnach wäre in 67 Fig. nach der Meinung des Tycho bey ♁ die Erde im Mittelpunct des Fixsternenhimmels, um welche zunächst der Mond sich bewegt. In einer weitern Entfernung folgt die Sonne, und um diese laufen in immer größern Kreisen Merkur, Venus, Mars (deßen Bahn also beschrieben wird, daß noch ein Theil innerhalb der Sonnenbahn fällt) Jupiter und Saturn. So liefe die Sonne von ihren fünf Planeten begleitet täglich um die Erde, und diese Planeten nach ihren verschiedenen Abstande in kürzern oder längern Zeiten um die Sonne. Die Sonne beschreibt überdem jährlich nach Süden und Norden Schraubengänge deren Gränzen die Wendecircul sind, und macht dadurch die Jahreszeiten ꝛc.

§. 350. Allein man darf diesen Tychonischen Weltbau nur einiges Nachdenken widmen um einzusehen, wie sehr verwickelt hiernach der Lauf der himmlischen Körper ausfällt, und was er für Unmöglichkeiten enthält. Täglich soll sich die große Sonne diese Urquelle des Lichts mit allen ihren Planetenkugeln vom nahen Merkur bis zum entferntesten Saturn um unsere kleine Erde mit einer unbegreiflichen Schnelligkeit schwingen, und gleichwol sollen inzwischen die Planeten von diesem heftigen Umschwunge ungestört ein jeder für sich seinen Lauf in eigenen Bahnen um die Sonne fortsetzen, wie

läßt

läßt sich das reimen. Die Planeten müßten auch alsdenn Spirallinien im Weltraum beschreiben, die das 9te und 10te Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten vorstellen, und würden allemal bey jedem Umlauf andere dergleichen Bahnen antreten. Die Sonne weicht niemals über die Wendecircul hinaus, was heißt sie nach Berührung dieser Kreise sich wieder zum Aequator zu wenden und ihre Schraubengänge nicht bis an die Pole fortzusetzen? und eben diese Frage entsteht beym Lauf der Planeten. Mit welchen Schwierigkeiten müßen nicht diese und andere Erscheinungen nach dem Tychonischen Weltbau zu erklären seyn, die nach dem Copernicanischen sehr leicht begreiflich werden.

Untersuchung und Beantwortung der Einwürfe gegen die Bewegung der Erde.

§. 351.

Die vollkommene Uebereinstimmung der Lehre des Copernicus vom Sonnenbau mit allen Erscheinungen deßelben, muß schon bey denen die selbige annehmen und nicht gegen die Möglichkeit und Wirklichkeit der Bewegung unserer Erdkugel worauf sich hiebey alles gründet, im voraus eingenommen sind, statt aller förmlichen Beweise ihrer Richtigkeit dienen. Unterdeßen verdienen die Einwürfe welche besonders der berühmte Tycho dagegen erregt, eine kurze Anzeige und Prüfung, um zugleich zu zeigen, daß wenn dieser sonst große Sternkundige wenigere herrschende Vorurtheile seiner Zeit ge-

 habt

habt und von den nachher gemachten Entdeckungen unterrichtet gewesen wäre, er sich von dem Ungrund seiner Meinung, daß die Erde stille stehe, völlig überzeugt haben würde.

§. 352. Er warf unter andern die Frage auf: Warum eine Kugel von der Höhe eines Thurms herunter geworfen, genau und senkrecht am Fuß deßelben niederfalle, da doch, wenn sich die Erde um ihre Axe wendete, der Thurm inzwischen da die Kugel fiel nach Osten gerückt wäre, und dieselbe also in einiger Entfernung vom Thurm die Erde erreichen müßte. Antwort: Mechanische Grundsätze und Versuche auf segelnden Schiffen lehren, daß eine dergleichen Kugel nach zweyerley Bewegungen getrieben werde. Die eine nach welcher sie auch in der Luft und mit derselben den Umschwung der Erde folgt, und daher nach der andern zufolge ihrer eigenen Schwere allemal auf den Punct der Erdoberfläche herabfällt, über welchen sie beym Anfange ihres Falles senkrecht war. Läßt man von der Spitze eines Schiffsmastes einen Stein fallen, so gelangt derselbe aus ähnlichen Gründen zunächst am Mast auf das Verdeck, obgleich das Schiff mittlerweile im vollen Segeln ist, weil der Stein der Bewegung des Schiffs und seiner eigenen Schwere zugleich folgt, Eben dies läßt sich auf Wolken und den in der Luft fliegenden Vögeln anwenden.

§. 353. Tycho konnte ferner nicht begreifen, daß sich die Erdkugel täglich umwälzen könne und wir demnach nach 12 Stunden den Kopf zu unterst gekehrt hätten. Antwort: wir wissen aus den Erfahr-

fahrungen der Reisenden ganz zuversichtlich, daß der uns entgegenstehende Theil der Erde eben so wie der unsrige bewohnbar ist, daß es folglich Gegenfüßer gebe, und diese haben jetzt den nemlichen Stand den wir nach 12 Stunden haben, das eine ist eben so begreiflich als das andre. Alle Bewohner der Erdkugel stehen nemlich vermöge der Schwerkraft auf ihre Oberfläche senkrecht und haben den Kopf gegen den Himmel gerichtet, und so steht ein jeder aufrecht.

§. 354. Die Erde sagt Tycho, ist eine grobe, schwere und zur Bewegung sehr ungeschickte Maße, wie kann Copernicus einen Stern daraus machen, und ihn in den Lüften herumführen? Dieser Einwurf ist gleichfalls sehr ungegründet. Denn selbst nach Tychos Angaben ist die Sonne 140mal größer als die Erde, (neuere Beobachtungen bringen die Größe der Sonne noch viel ansehnlicher heraus,) sollte denn diese mehr zur Bewegung geschickt seyn, als die kleine Erde; ja sollte eben dies bey den Planeten statt finden, die aus einer ähnlichen Maße, wie die Erde, bestehen, eine runde Gestalt und eben so wie sie ihre Erleuchtung von der Sonne haben, worunter, wie Tycho selbst angiebt, Saturn 22 und Jupiter 14mal die Größe unserer Kugel übertrift?

§. 355. Tycho konnte die Möglichkeit nicht begreifen, wie sich bey einem jährlichen Umlauf der Erde um die Sonne keine, wenigstens merkliche Parallaxe oder Verrückung der scheinbaren Lage der Fixsterne gegen einander zeige, da doch die Erde

Ort mittlerweile um eine sehr ansehnliche Weite im Weltraum verändere. Er mußte sich daher die Fixsterne in Entfernungen von der Erde und Räume zwischen ihnen und den Saturn gedenken, die zu seiner Zeit und nach seinen Voraussetzungen unerhört waren. Wir wißen aber, daß sich dergleichen ungeheure Entfernungen der Fixsterne von uns immer mehr bestätigen, und daß ihre unmerkliche Parallaxe blos dieselben zur Ursache haben, daß noch übern Saturn Planeten um die Sonne laufen, und die Kometen bis dahin sich von der Sonne entfernen können. Unterdessen schien selbst dem Copernicus aus Mangel der dazu gehörigen Kenntniße, dieser zu erwartende Einwurf der wichtigste.

§. 356. Tycho wendet gegen die beständig gleiche oder parallele Lage der Erdaxe nach einer Himmelsgegend ein, ob unsere Erdkugel auf einmal zwey verschiedene Bewegungen haben könne, die eine nach welchen ihr Mittelpunct fortgeführt, und die andere nach welchen ihre Axe beständig in einer Richtung erhalten wird, (dies kann erst im §. 367. deutlicher werden.) Hierauf ist zu erwiedern: Dieser Parallelismus der Erdaxe erfordert eigentlich keine besondere Bewegung ihrer Kugel, sondern setzt nur eine anfänglich vom Schöpfer beliebte Richtung nach einen gewissen Punct des Himmels voraus, die sich nicht verändern kann, weil dazu keine Ursache vorhanden ist, und die Umwälzung der Erde, sowol als ihre Fortrückung mit dieser Richtung in keine Verbindung steht. Eben so wie ein auf einen Tisch in Bewegung gesetzter Kreisel

sich

sich ununterbrochen um seine Spitze dreht, wenn auch der Tisch mittlerweile von der Stelle gerückt wird, und eine Magnetnadel allemal nach Norden zeigt, wenn man auch die Büchse worinn sie eingeschlossen ist, in einen Kreis herum führt.

§. 357. Tycho glaubte auch darinn einen Einwurf gegen die jährliche Bewegung der Erde zu finden, daß die Kometen in ihren scheinbaren Lauf viel unordentlicher erscheinen müßten, als er beobachtet wenn diese statt hätte. Allein Tycho hat nur wenige Kometen gesehen und machte sich von ihren wahren Lauf zu unrichtige Vorstellungen als daß dieser Einwurf gegründet seyn sollte. Zudem bewegen sich die Kometen auch oft sehr unregelmäßig am Himmel und die einfache Krümmung ihrer Bahn um die Sonne läßt sich nicht anders heraus bringen, als wenn man die Bewegung der Erde mit den scheinbaren Lauf der Kometen zusammen verbindet.

§. 358. Tycho mußte, um den Lauf der fünf Planeten um die Sonne sich vorzustellen, eine gewiße Anzieh- oder Centralkraft der Sonne annehmen, welche diese größern oder kleinern Kugeln vom Merkur bis zum entferntesten Saturn um sich in Kreisen herumtreibt. Warum sollte sich diese Anziehung der großen Sonne nicht auch auf unsere Erde erstrecken, die viel kleiner und der Sonne viel näher ist als Jupiter und Saturn. Und welche Ungereimtheit zu glauben, daß diese Gebieterinn ihres Systems mit ihrer weitläuftigen Begleitung unaufhörlich sich um die kleine Erde schwingen

 könne,

könne, ohne daß diese von dem Strom ihres mächtigen Zuges mit fortgerissen werde.

§. 359. Die mehresten wollen die Bewegung der Erdkugel deswegen nicht zugeben, weil sie davon keine Empfindung haben; hingegen alle himmlische Körper ohne Unterlaß fortrücken sehen. Gewiß wer niemals auf ein segelndes Schiff gewesen, und nicht weiß, daß ein dergleichen Gebäude auf dem Wasser fortschwimmt, wird bey dem ersten Versuch sicherlich glauben, daß die Gegenstände am Ufer beweglich, das Schiff aber in Ruhe sey. Und auf eben die Art täuscht uns der Augenschein beym Anblick des Himmelslaufes, nur geht es mit der Umwälzung und Fortrückung der Erde durch ein vom Schöpfer derselben gegebenes vollkommenes Gleichgewicht noch viel ruhiger zu, als auf einem schwankenden Schiff.

§. 360. Als Beweise die geradehin auf eine tägliche und jährliche Bewegung der Erdkugel führen, kann man noch ansehen: Die Beobachtungen durch Fernröhre, das sich die Sonne, Jupiter, Mars, Venus gleichfalls um ihre Axen drehen. Die gefundene abgeplattete Figur der Erde und Verkürzung der Penduln gegen ihre Pole. (§. 250. 252.) Die vielfachen Erscheinungen welche auf eine allgemeine Anziehung der himmlischen Körper führen, und endlich die Abirrung des Lichtes der Fixsterne, davon in der Folge die Erklärung vorkommt.

§. 361. Bey so vielen Gründen für die Wirklichkeit der Bewegung der Erde sind noch die Aussprüche

sprüche der Bibel, welche gerade das Gegentheil zu behaupten scheinen, und daher seit einigen Jahrhunderten zu vielen heftigen Streitigkeiten Anlaß gegeben, einer kurzen Prüfung sehr würdig. Die bekannteste Stelle steht im Buche Josua 10 Cap. 12 Vers. Allein, es ist, wenn man den Ausdruck des Josua ohne Vorurtheile liest, sehr begreiflich, daß solcher nicht buchstäblich zu verstehen sey, denn sonst müßte auch die Sonne damals in der Stadt Gibeon und der Mond im Thal Ajalon gestanden haben. Dieser Heerführer hatte auch wol hiebey nicht zur Absicht, seinen Soldaten und uns die Astronomie zu lehren, (wovon er selbst keine richtige Kenntnisse haben mochte,) er spricht daher in einem Tone, welcher denen die um ihn waren, nicht befremden durfte, nemlich wie man sich damals durch den Augenschein von dieser Sache zu überzeugen glaubte. Aber eben das ist noch jetzt die gewöhnliche Redensart der Copernicaner. Die Sonne geht auf und unter, bewegt sich rc. ohnerachtet sie vom Gegentheil versichert sind.

§. 362. Wir wißen überhaupt wie häufig die heiligen Schriftsteller in Dingen welche nicht die moralische Glückseligkeit der Menschen zum Gegenstande haben, sich nach den allgemeinen sinnlichen Vorstellungen derselben richten. Eben diese Erklärung ist bey ähnlichen Stellen der heiligen Schrift wo von einem Bleiben, Stehen rc. der Erde, vom Laufe der Sonne rc. geredet wird, ohne allen Widerspruch die richtigste. Es sey auch mit aller Hochachtung gegen die Bibel gesagt, daß es allen

Anschein hat, als wenn jener Ausruf des Josua blos ein im kriegerischen Enthusiasmus geäußerter Wunsch zur Verlängerung dieses siegreichen Tages, oder der Anfang eines Heldengedichtes sey, über welchen in spätern Zeiten die unrichtige Auslegung des 13 und 14ten Verses gemacht worden. Demnach ist auch aus diesen biblischen Stellen kein gegründeter Einwurf gegen das Copernicanische System herzunehmen, weil sich ihre Verfasser nie auf eine Erklärung des Sonnenbaues einlassen, sondern davon nur zuweilen und nach den allgemeinen Begriffen ihrer Zeiten reden, auch nie darüber unmittelbare Offenbarungen Gottes erhalten zu haben sich rühmen. Wir hingegen sind im Stande, nach häufigern Erfahrungen und Beobachtungen, die unsere astronomische Kenntnisse ungemein erweitert haben, das Copernicanische System als das einzige richtige mit einer fast mathematischen Gewisheit, zu erkennen.

Erklärung der vornehmsten Erscheinungen am Himmel nach dem Copernicanischen System.

§. 363.

Die tägliche unbegreiflich schnelle, ja ihrer Natur nach unmögliche gemeinschaftliche Bewegung aller Himmelskörper von Osten nach Westen, (§. 61.) wird in diesem System auf eine sehr einfache Art durch eine 24stündliche Umwälzung der Erdkugel um ihre Axe von Westen nach Osten erklärt, denn indem wir uns gegen Morgen bewe-

gen, muß alles Gestirn in der entgegengesetzten Richtung zu laufen scheinen. Es sey Fig. 68. a s e die Erdkugel, p s ihre Axe in p der Nord- und in s der Südpol. Jener ist gegen den Punct P und dieser gegen den Punct S der Himmelskugel A D S E gerichtet. a o b ist ein mit dem Aequator parallel gehender Kreis auf der Erde, den der Ort a während einer Umwälzung derselben um den Pol p von Abend gegen Morgen zu beschreiben scheint. Gedenkt man sich nun eine Verticallinie C a A des Orts a die zu einen im Zenith stehenden Stern A führt, so wird diese Linie mittlerweile da der Ort a auf der Erde nach a o b fortrückt, am Himmel nach A O B kommen, und daselbst einen um den Pol P in gleichem Abstande gehenden Parallelkreis beschreiben, dessen Fläche mit a o b gleich liegt, und eigentlich die Grundfläche des Kegels A C B ist. Das Zenith des Ortes a entfernt sich demnach bey der Umwälzung der Erde auf A O B von den Stern A von Abend gegen Morgen, und so läßt es als wenn derselbe auf eben den Parallelkreise nach Abend fortrückte. Eben so geht es mit allen übrigen auf andern Parallelkreisen liegenden Sternen, und von denen, die in der erweiterten Fläche des Aequators oder des größten Kreises der sich gegen Morgen umwälzenden Erdkugel stehen, ist es noch leichter einzusehen, daß sie in dem Kreise des Aequators am Himmel nach Abend fortzulaufen scheinen müßen.

§. 364. Der jährlich erscheinende Lauf der Sonne in der Ecliptik von Abend gegen Morgen,

§. 64.

(§. 64.) wird mit eben der Leichtigkeit durch einen jährlichen Umlauf der Erdkugel um die Sonne in der Fläche dieses Kreises von Morgen nach Abend erklärt. Es sey nach Fig. 69. die Sonne S in dem Mittelpunct der Erdbahn oder der Ecliptik, und diese letztere in ihre 12 Zeichen abgetheilt. Die Erdkugel bewegt sich nun von a nach b c d oder von der linken gegen die rechte Hand um die Sonne und so muß uns die Sonne in der entgegengesetzten Richtung am Himmel in der Fläche eben dieses Kreises durch die hinter ihr liegenden Puncte fortzurücken scheinen. Ist die Erde in ♑, so erscheint die Sonne im ♋, kommt jene in ♒ so rückt diese in ♌ u. s. w. oder allemal 6 Zeichen = 180°, also gerade der Erde gegen über. So scheint die stillstehende Sonne von der sich bewegenden Erde aus betrachtet nach und nach durch alle Zeichen der Ecliptik hindurchzugehen.

Anmerk. Die einander gegenüberstehenden Zeichen sind:

♈ ♉ ♊ ♋ ♌ ♍
♎ ♏ ♐ ♑ ♒ ♓

und eben diese Stellung haben auch jede einzelne Grade, Min. ꝛc. derselben.

§. 365. **Der Unterschied der Stern- und Sonnentage wird aus der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Axe und Fortrückung in ihrer Bahn nach der 70 Figur sehr begreiflich** (in §. 179 und Fig. 43. wurde derselbe nach dem Augenschein erklärt.) Die Erde sey heute in a und die Sonne S erscheine mit den Fixstern E zugleich im Meridian des

des Ortes n. Nach einer einmaligen Umwälzung der Erdkugel sey dieselbe bis in c fortgerückt, so ist der Punct n wieder auf der mit n E gehenden Parallellinie n e nach den nemlichen Fixstern E (seiner unermeßlichen Entfernung wegen) gerichtet, derselbe erscheint folglich abermal im Meridian und damit ist ein scheinbarer Umlauf oder der Sterntag geendiget, weil aber inzwischen die Erde von a nach c gerückt ist, so erscheint die Sonne von dem Fixstern gegen Morgen nach M und die Erdkugel muß sich noch um n o nach Morgen wälzen ehe die Sonne wieder im Meridian kommt, und folglich der wahre Sonnentag verflossen ist. Die Erde rückt täglich von a nach c um etwa 1°. fort, demnach die Sonne um eben so viel von E nach M, daher der Unterschied 4 Min. in Zeit austrägt.

§. 366. **Die jährlichen Erscheinungen an den Fixsternen** §. 64. sind nach der 69sten Figur leicht vorzustellen. Diejenigen Fixsterne nemlich welche von einen jedesmaligen Ort der Erde aus betrachtet hinter der Sonne sind, stehen bey Tage am Himmel und sind also nicht sichtbar; die sich an der linken oder Morgenseite der Sonne zeigen, erscheinen des Abends am westlichen und die an der rechten oder Abendseite derselben stehen, des Morgens am östlichen Himmel; endlich die hinterhalb der Erde der Sonne gerade gegenüber anzutreffen sind, scheinen um die Mitte der Nacht in Süden und sind also die ganze Nacht sichtbar. Wiewol diejenigen Fixsterne welche so weit über die Fläche der Ecliptik (des Papiers in der Figur) und des Aequators gegen

gen die Pole liegen, daß sie des Nachts bey unserer schiefen Lage der Himmelskugel entweder beständig sichtbar oder unsichtbar sind, hievon Ausnahmen machen. Es sey z. B. nach T hinaus in einer gegen a c unermeßlichen Entfernung der Fixstern Aldebaran, oder das südliche Auge des Stiers. Ist die Erde in a, so steht die Sonne mit diesen Stern an einem Ort des Himmels, nemlich einige Grade in ♊, er ist folglich vor dem Glanz der Sonne unsichtbar, und steht des Mittags in Süden. Kommt die Erde in ♑, die Sonne in ♋, so fängt er an, sich rechter Hand bey der Sonne, demnach in der Morgendämmerung zu zeigen. Je weiter die Erde in ♒ bis ♓ fortrückt, je mehr scheint sich die Sonne vom Aldebaran nach Morgen hin zu entfernen, er geht daher des Morgens immer früher vor der Sonne auf, und erreicht früher den Meridian. In b geht die mit S T parallel laufende Linie b t nach den Aldebaran * und da der Winkel b $= 90^\circ$ $= 6$ Stunden ist, so kommt er des Morgens um 6 Uhr im Meridian. Kommt die Erde bis in c, so steht die Sonne in ♐, dem Aldebaran gerade gegenüber und dieser Stern muß um Mitternacht im Meridian anlangen. In d ist der Winkel zwischen den Linien zum Aldebaran und zur Sonne nemlich d t und d S abermal 90°. und der Stern kommt des Abends um 6 Uhr in Süden. Läuft endlich die Erde von d bis a so scheint sich Aldebaran nach und nach der Sonne wieder zu nähern, und wird, wenn sie gegen den ♐ kömmt, und folglich die Sonne gegen ♊ erscheint hinter den Stralen der

Sonne

Sonne in der Abenddämmerung unsichtbar. Da nun die Fixsterne, (bis jährlich auf einige Secunden) ihren Ort behalten und die Erde in einem jeden Monat des Jahrs denselben Lauf hat, so folgt, daß die Zeit der Sichtbar- oder Unsichtbarkeit dieses oder jenen Fixsterns alle Jahr periodisch wiederkehrt, welches sich für den Aldebaran nach der Figur deutlich zeigen läßt.

Anmerk. Es ist hier ein vor allemal zu merken, daß alle Linien, welche aus verschiedenen Puncten der Erdbahn mit der nach einen gewissen Fixstern oder Grad des Thierkreises gehenden Linie parallel gezogen werden, der unermeßlich großen Entfernung der Fixsterne wegen, als ein und denselben treffende den Stern oder Punct anzusehen sind.

§. 367. Die der Erde zu ihrer größern Bewohnbarkeit gereichende Abwechselung der Jahreszeiten §. 271 — 272. entsteht nach der sehr einfachen und zugleich sinnreichen Erklärung des Copernicus blos daher, weil der Schöpfer ihre Axe um einen Winkel von $66\frac{1}{2}°$ (= dem Complement der Schiefe der Ecliptik) über die Fläche ihrer Laufbahn oder der Ecliptik erhoben und diese Axe in einer unveränderlichen Richtung gegen Süden und Norden gelenkt, in welcher sie sich auf ihren ganzen Umlauf um die Sonne parallel erhält. Dies macht die 71 Figur deutlich, in welcher die schräge gegen das Auge liegende und also länglicht rund erscheinende Erdbahn mit der Stellung der Erdkugel gegen die Sonne S für den Anfang der vier Jahrszeiten abgebildet wird. N s ist die um $66\frac{1}{2}°$ gegen die Fläche ihrer Bahn geneigte und in allen Stellungen sich parallel bleibende

bende Erdaxe. N der Nord- und s der Südpol a e der Aequator, n m der Krebs und o r der Steinbockswendecircul; endlich d i der Nordliche und t h der Südliche Polarcircul der Erde. Steht nun die Erde im ♋, so erscheint die Sonne im ♑ und ihre Stralen S o fallen auf den Steinbockswendecircul senkrecht, die Sonne scheint alsdenn diesen Kreis zu beschreiben, und macht also für die Nordlichen Länder den Anfang des Winters, und für die Südlichen den Sommer, in k liegt etwa Deutschland dessen Zenith nach Z geht und es ist augenscheinlich daß die Sonne uns um diese Zeit weit nach Süden hinunter erscheint. Die Länder zwischen den Nordlichen Polarcircul haben alsdenn beständig Nacht und die zwischen den Südlichen beständig Tag, weil jene in der dunkeln Hälfte der Erde und diese in der der Sonne zugewendeten oder erleuchteten bleiben. Kommt die Erde in ♎ so erscheint die Sonne im ♈, die Sonnenstralen fallen senkrecht auf dem Aequator a e. die Sonne scheint daher diesen Kreis zu beschreiben, und ist folglich vom Nord- und Südpol gleich weit entfernt. Beyde Pole werden von der Sonne erleuchtet, und indem sich die Erde einmal herumdrehet, hat sich ihre ganze Oberfläche der Sonne zugewendet, daher überall auf derselben Tag und Nacht gleich lang und in den Nordlichen Ländern der Frühling; in den Südlichen aber der Herbst angeht. Wenn die Erdkugel in ♑ anlangt, so sehen wir die Sonne im ♋ und dann ist der Norpol der Sonne zu, der Südpol aber von derselben abgewendet. Die Länder zwi-

schen

schen den Nordlichen Polarcircul haben beständig Tag, und die zwischen den Südlichen beständig Nacht. Die Sonnenstralen S m fallen auf m als den Krebswendecircul senkrecht, die Sonne scheint diesen Kreis zu beschreiben und in den Nordlichen Ländern geht daher der Sommer; in den Südlichen aber der Winter an. Nach Z geht etwa der Scheitelpunct von dem in k liegenden Deutschlande und es ist leicht aus dem Winkel zwischen dieser Verticallinie und S m zu beurtheilen, daß uns die Sonne alsdann hoch am Himmel stehen müße. In ♈ hat endlich die Erde die nemliche Lage wie in ♎. Die Sonne erscheint uns in ♎ und wirft die Stralen senkrecht auf den Aequator, so daß die Halbkugel der Erde bis zu beyde Pole erleuchtet wird, folglich die ganze Erde in 24 Stunden die Sonne hat. (Die Figur stellt die Erde disseits der Sonne, und demnach ihre Nachtseite vor) und Tag und Nacht auf derselben abermals gleich lang seyn müßen. In dieser Stellung geht bey uns der Herbst, in der Südlichen Halbkugel aber der Frühling an.

Anmerk. Wenn man eine kleine Erdkugel um ein in der Mitte eines Kreises in gleicher Höhe aufgestecktes Licht, herumführt, und deren Axe unter den gehörigen Winkel und in einer beständig parallelen Lage erhält, so läßt sich die Gleichheit, Ab- und Zunahme der Tage in den Nord- und Südlichen Ländern, die halbjährige Nacht unter den Polen sehr natürlich vorstellen. Es giebt auch eine gewisse Vorrichtung die Erdaxe vermittelst zweyer Rollen über welche ein Faden gezogen ist, parallel zu erhalten rc.

§. 368. Die periodische Lichtabwechselung des Mondes in 29 Tagen §. 65. wird nach der 72 Fi-

gur sehr begreiflich. Der Mond ist eine dunkle Kugel, die allemal nur zur Hälfte von der Sonne erleuchtet wird. Diese erleuchtete Halbkugel des Mondes aber ist nicht in allen Puncten seiner Bahn gegen uns, sondern gegen die Sonne gewendet. Es sey a b c d die Mondbahn, in deren Mittelpunct T die Erde steht, und in S die Sonne: Ist nun der Mond in a gerade zwischen Sonne und Erde, so wendet er seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns, und dies nennen wir **Neumond.** Entfernt sich der Mond wieder von der Sonne gegen Morgen, so wird er des Abends nach Sonnen Untergang sichtbar und fängt an uns einen Theil seiner hellen Seite zu zeigen. Am 4ten Tage nach dem neuen Lichte ist er 45°. von der Sonne, und nimmt immer mehr an Lichte zu. Am 8ten Tage steht er in b 90°. von der Sonne, und kehrt uns genau die Hälfte seiner hellen Seite zu, erscheint daher an der rechten oder der der Sonne zugewendeten Seite, halb erleuchtet, und diese Stellung nennen wir das **Erste Viertel.** Nachher nimmt das Licht des Mondes noch immer mehr zu, die Figur 72 zeigt dies für 135°. Entfernung von der Sonne. Kommt endlich der Mond am 15ten Tage 180°. von der Sonne oder derselben in Ansehung der Erde gerade gegen über in C, so wendet er seine erleuchtete Halbkugel der Nachtseite der Erde völlig zu, und wir haben **Voll-Mond.** Von da nimmt sein Licht an der westlichen Seite wieder ab, je mehr seine Entfernung von der Sonne von Abend nach Morgen gerechnet, zunimmt. Die Figur zeigt dies deutlich

für

für 225°. Abstand. Sieben Tage nach dem Voll-Mond steht der Mond in d 270°. von der Sonne gegen Morgen, oder hat sich derselben wieder bis auf 90°. genähert, ist abermal und zwar nunmehr an der linken Seite halb erleuchtet und im Letzten Viertel. Nachher fängt er an sich des Morgens in immer mehr abnehmendem Lichte sichelähnlich zu zeigen, je mehr er sich der Sonne nähert. Für 315°. zeigt dies die Figur, bis er 29 Tage nach dem neuen Lichte abermal bey der Sonne kömmt.

Anmerk. In dieser Figur muß man sich die Weite Ts 40mal größer als T a gedenken.

§. 369. Die Dauer der Wiederkehr des Mondes zur Sonne, ist 29½ Tage. Von einem Fixstern bis wieder zu dem nemlichen aber 27⅓ Tage. Jener heißt der synodische und dieser der periodische Umlauf des Mondes. Woher dieser Unterschied komme, zeigt gleichfalls die 72ste Figur. Die Erde stehe in T, der Neumond in a so sehen wir Sonne und Mond beysammen in einem Punct des Thierkreises, dies sey der 6°. ♉. Nach 27⅓ Tage hat der Mond seinen periodischen Umlauf am Himmel vollendet, und erscheinet abermal im 6°. ♉; Die Erde ist aber mittlerweile in ihrer eigenen Bahn vom Monde begleitet, bis in V gerückt. In a sehen wir den Mond im 6°. ♉ nach der mit T S parallel gezogenen Linie V a. Die Sonne erscheint aber aus V betrachtet nach h S. Der Mond muß demnach noch den Bogen a h durchlaufen, bis er wieder mit der Sonne an einem Ort des Himmels gesehen

werden kann. Dieser trägt etwa 27°. aus, welchen der Mond beyläufig in 2 Tagen zurücklegt, und damit seinen synodischen Umlauf vollendet.

Anmerk. Da also der Mond in 27 Tagen einmal um die Erde und mit der Erde zugleich um die Sonne läuft, so beschreibt er im Weltraum, wegen dieser doppelten Bewegung eine Cycloide oder Radlinie, welches leicht zu zeigen ist. S. Doppelm. Himmelscharten 12. Blatt.

§. 370. Die Erscheinungen an den Planeten §. 66. lassen sich nach dem Copernicanischen System oder der 66sten Figur sehr leicht erklären. Warum Merkur sich nie über 28 und Venus über 48°. von der Sonne entfernt, weil nemlich ihre Bahnen von der Erdbahn eingeschloßen sind. Daher auch diese der Sonne näher stehende Planeten, untere; hingegen Mars, Jupiter und Saturn obere genennt werden. Das Merkur und Venus zuweilen hinter, ein andermal vor der Sonne zu stehen kommen, und in jenem Stande ihre größte; in diesem ihre geringste Entfernung von der Erde haben, daher jene ihre obere und diese ihre untere Zusammenkunft mit der Sonne heißt, wodurch ihre zu- und abnehmende scheinbare Größe begreiflich wird. Das Mars, Jupiter und Saturn einmal bey der Sonne, ein andermal 180°. von derselben entfernt erscheinen können, und im ersten Fall ihren größten Abstand von der Erde haben, im zweyten aber derselben viel näher kommen, woraus sich auch ihre veränderliche scheinbare Größe abnehmen läßt.

Anmer

Anmerk. Das Zeichen der Zusammenkunft ist ☌ des Gegenscheins oder einer Entfernung von 180°. ☍

§. 371. Die den Alten unbegreifliche Ursache von dem ungleichen Gange der Planeten daß nemlich dieselben bald geschwinder bald langsamer nach Osten vorwärts rücken, dann zuweilen stille stehen, einen größern oder kleinern Bogen rückwärts nach Westen hingehen, abermals stille stehen und dann ihren Lauf nach Osten wieder anfangen, ist nach der Erklärung des wahren Sonnensystems leicht einzusehen. Wir beobachten die Bewegungen der Planeten nicht von dem Mittelpuncte ihrer Laufbahnen, der Sonne aus, sondern von der Erde, die auch ein Planet ist, und mit den übrigen gemeinschaftlich, aber geschwinder oder langsamer, nachdem jene entweder von der Sonne entfernter oder derselben näher sind, um die Sonne läuft. Die Erde kommt in einem Jahre; Saturn in 29 Jahren und 155 Tagen; Jupiter in 11 Jahren und 313 Tagen; Mars in einem Jahr und 322 Tagen; Venus in 224 und Merkur in 88 Tagen vom Morgen gegen Abend herum, und daher können die Gesichtslinien von der Erde nach den Planeten an der scheinbaren Kugelgestalt des Himmels oder der Fixsterne hinaus nicht anders, als bald merklicher bald langsamer nach Osten, auch zuweilen nach Westen hinfallen, so wie nemlich die Erde und ein gewisser Planet entweder nach einer Gegend zugleich, oder nach der entgegengesetzten oder beyde gerade gegeneinander anrücken ꝛc.

§. 372. Dies macht die 73ste Figur für die untern Planeten deutlich. Es sey in S die Sonne. Die zunächst um derselben verzeichnete Bahn dem Merkur zugehörig, in welchen dieser Planet in 88 Tagen herumkömmt. Sie ist deswegen in 11 Theile, jeden zu 8 Tage eingetheilt. AC ist ein Bogen der Erdbahn welcher gleichfalls in 88 Tagen zurück gelegt wird, auf eben die Art abgetheilt. HL ein Bogen der scheinbaren Himmelskugel oder des Thierkreises. Steht nun die Erde in A oder o und ☿ in m oder o so ist er hinter der Sonne und in seiner obern ☌ mit derselben, auch von der Erde am weitesten entfernt. Die Erde rückt von A nach 1. 2. 3. 4. und ☿ inzwischen durch eben diese Puncte, entfernt sich immer weiter von der Sonne nach Osten, kann also des Abends in Westen sichtbar werden, und die Gesichtslinien von der Erde zum ☿ zeigen am Himmel ein schnelles Fortrücken desselben nach Osten an. In 5 wird diese Bewegung schon langsamer, da ☿ anfängt sich gerade gegen die Erde an zu bewegen. Zwischen 5 und 6 scheint er uns eine Weile stille zu stehen, indem er ohngefehr seinen größten Abstand von der Sonne für uns erreicht und gerade gegen die Erde rückt, wobey folglich die Gesichtslinie so wenig ost- als westwärts fallen kann. In 6 aber fällt sie schon rückwärts, in 7 noch mehr, so daß also ☿ indem er in den gegen die Erde liegenden Theil seiner Bahn kömmt, rückwärts nach Westen zu gehen und sich der Sonne wieder zu nähern scheint. Zwischen 7 und 8, steht, wenn die Erde in B kömmt, ☿ in n gerade zwischen

schen uns und der Sonne in seiner untern ☌ und ist der Erde am nächsten. Sein Zurückgehen nach Westen wird alsdann am stärksten bemerkt. In 8 und 9 scheint sich ☿ noch weiter gegen Westen zu bewegen und sich von der Sonne zu entfernen, wobey er des Morgens sichtbar werdenkann. Etwas über 9 hat er seinen größten westlichen Abstand von der Sonne für uns erreicht, und hört auf zurück zu gehen, indem er sich wieder in gerader Richtung von der Erde entfernt. In 10 und 11 erscheint der Lauf des ☿ wieder vorwärts nach Osten zu gehen.

§. 373. Für die obern Planeten zeigt eben dies die 74ste Figur, in welcher der zunächst um die Sonne beschriebene Kreis die Erdbahn ist. a b sey ein Theil der Jupitersbahn und n m des Fixsternenhimmels oder Thierkreises. Die Erdbahn ist in 12 Theile eingetheilt, deren jedes die Erde in einem Monat durchläuft. Inzwischen nun, da die Erde ihren ganzen Umlauf vollendet, rückt Jupiter etwa von 0 bis 12 in seiner Bahn fort. Steht nun die Erde in 0 und ♃ gleichfalls in 0 so sehen wir diesen Planeten in ☌ mit der Sonne, und er ist hinterhalb derselben am weitesten von uns entfernt. Rückt die Erde von 0 nach 1. 2. 3. und ♃ durch eben die Puncte in seiner Bahn, so fallen die Gesichts-Linien am Firmament hinaus nach Osten, und ♃ erscheint, (wie er wirklich läuft, nur geschwinder) dahin und also vorwärts zu gehen. Kommt die Erde gegen 5 so wird die Bewegung des ♃ nach Osten langsamer, und er hört auf sich dahin zu be-

 wegen,

wegen, weil die Erde alsdann in gerader Richtung gegen die Jupitersbahn anrückt. In 6 fällt schon die Gesichtslinie gegen Abend, und ♃ erscheint dahin und also rückwärts zu gehen. Zwischen 6 und 7 kommt die Erde in d gerade zwischen ♃ und der Sonne zu stehen, wo ersterer folglich in ☍ oder 180°. von der Sonne entfernt ist, und hier ist die Erde dem ♃ am nächsten gekommen, die Gesichtslinien nach ihm hinaus fallen am stärksten westwärts. In 8 geht ♃ noch rückwärts, allein zwischen 8 und 9 hört diese Bewegung auf, da die Erde sich wieder gerade vom ♃ ab in ihrer Bahn bewegt. In 9 fällt die Gesichtslinie wieder vorwärts nach Osten, und die Fortrückung des ♃ dahin wird in 10. 11. und 12. immer merklicher. Steht die Erde in o disseits und ♃ jenseits der Sonne, so kann dieser Planet von uns nicht gesehen werden. Kommt die Erde in 1. 2. so wird ♃ des Morgens in Osten sichtbar. In 3, so steht er des Morgens um 6 Uhr im Mittage. Zwischen 6. und 7. zeigt er sich die ganze Nacht, und kömmt um Mitternacht in Süden. Zwischen 9 und 10, so erreicht ♃ bereits des Abends um 6 Uhr den Meridian. In 11. und 12. so zeigt er sich des Abends am westlichen Himmel, und kommt die Erde etwa bis 1. so ist er abermal hinter der Sonne.

Anmerk. Beyläufig gerechnet, pflegt ☿ 9 bis 16°., ♀ 16°. ♂ 10 bis 19°., ♃ 10°. und ♄ 6 oder 7°. zurück zu gehen.

§. 374. Die abwechselnde Lichtgestalten welche die Planeten durch Fernröhre betrachtet zeigen, sind endlich nach der 73 und 74sten Figur leicht zu begreifen. Wenn die Erde in A und ☿ in m in der obern ☌ mit der Sonne ist, so wendet er seine ganze erleuchtete Seite gegen uns. Rückt er hinter der Sonne nach Morgen herum so kommt an der Ostseite ein Theil seiner dunkeln Halbkugel zum Vorschein. In 3 ist dieses schon merklich. In der Gegend um 5 wo ☿ seinen größten Abstand von der Sonne nach Osten erreicht, erscheint er auf der Erde nur halb erleuchtet. In 6 ist seine Lichtfigur sichelförmig und in n kehrt er zur Zeit seiner untern ☌ mit der Sonne seine dunkle Halbkugel völlig gegen uns. Nachher erhält er für uns wieder Licht. Gegen 9 ist er des Morgens noch sichelähnlich und weiter hin da wo er seinen größten westlichen Abstand von der Sonne erhält abermal halb erleuchtet. In 11 nimmt sein Licht noch mehr zu bis er wieder in ☌ hinter der Sonne uns seine helle Seite völlig zeigt. Eben dies gilt vornemlich bey der Venus deren Lichtabwechselungen sich schon durch mittelmäßige Fernröhre zeigen. Die obern Planeten zeigen uns in ☌ und ☍ mit der Sonne ihre erleuchtete Halbkugeln völlig, aber nicht wenn sie uns 90° von derselben zu stehen scheinen. Beym Jupiter und Saturn ist dieses freylich ihres großen Abstandes von uns wegen unmerklich; allein beym Mars sehen wir in diesen Stellungen seine Scheibe nicht völlig rund. Nach Fig. 74 sey die Erde in 2 so zeigt sich ♂ in N in ☌ und in O in ☍ im vol-

len Lichte. In A aber wenn er des Abends um 6 Uhr culminirt kommt an der Ost- und in M wenn eben dies des Morgens um 6 Uhr geschieht, an der Westseite ein Theil seiner dunkeln Halbkugel bey uns zu Gesicht. Diese Erscheinungen beweisen unwiedersprechlich, daß die Planeten dunkle Kugeln sind, die ihr Licht eben so wie die Erde von der Sonne erhalten.

§. 375. Man hat Modelle vom Copernicanischen System, worin kleine die Planeten vorstellende Kugeln auf Stifte gesteckt, in gehörigen Entfernungen um die in der Mitte stehende Sonne, entweder mit der Hand herumgeschoben, oder vermittelst eines Räderwerks, das durch eine Kurbel oder Feder in Bewegung gesetzt werden kann, getrieben werden, wodurch alle Erscheinungen derselben und wenn man für eine gewiße Zeit einen jeden in seinen gehörigen bekannten Ort stellt, ihre Stellungen und Bewegungen am Himmel, sehr sinnlich gemacht werden können, zumal wenn noch statt der die Sonne vorstellenden Kugel ein gleich hoch stehendes Licht angebracht wird.

Allgemeine Vorstellung der Umlaufszeiten der Planeten, Gestalt, verhältnißmäßigen Größe und Lage ihrer Bahnen im Sonnensystem.

§. 376.

Die genaue Dauer der Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne zeigt folgende Tafel, das Jahr zu 365 Tage 6 St. gerechnet.

In

	In Ansehung der Aequinoctialpuncte, Tropischer Umlauf.	In Ansehung der Fixsterne Syderal-Umlauf.	mittlere tägliche Bewegung.
♄	29 J. 157 T. 1 St. 21′ 50″	29 J. 165 T. 8 St. 36′ 42″	0° 2′ 1″
♃	11 312 14 58 27	11 314 14 51 26	0 4 59
♂	1 321 16 18 27	1 321 17 30 43	0 31 27
♁	365 5 48 45	365 6 9 11	0 59 8
♀	224 16 41 32	224 16 49 13	1 36 8
☿	87 23 14 26	87 23 15 37	4 5 33

Nemlich aus der Sonne gesehen erscheinen die Planeten nach Verfließung dieser Zeiten wieder an demselben Orte des Thierkreises; allein da wir ihren Lauf von der Erde aus betrachten die mit ihnen geschwinder oder langsamer gemeinschaftlich um die Sonne fortrückt, so erscheinen sie uns mit der Sonne nach ganz andern Zeiten wieder zusammen zu kommen, dies heißt ihr Synodischer Umlauf. Merkur kommt nach 116 und Venus nach 584 Tagen wieder in der obern oder untern Zusammenkunft mit der Sonne. Mars steht allemal nach 687 so wie Jupiter nach 399 und Saturn nach 378 Tagen entweder bey der Sonne oder derselben gerade gegen über.

Anmerk. Der Unterschied des Tropischen und Syderal-Umlaufs der Planeten ist die Größe, um welche die Firsterne sich inzwischen von den Aequinoctialpuncten nach Morgen entfernt haben oder die Vorrückung der Nachtgleichen, daher der erstere Umlauf von kürzerer Dauer ist als der letztere.

§. 377. Bisher ist die Sonne als genau im Mittelpunct aller Planetenbahnen liegend, und folglich diese als Circulskreise vorgestellt, auch dann angenommen, als wenn alle Planeten in einer und der-

derselben Fläche mit gleicher Geschwindigkeit um die Sonne laufen. Dieses findet aber nicht statt, und es ist nothwendig sich dieses näher bekannt zu machen, weil davon viele Erscheinungen beym Lauf der Planeten abhängen.

§. 378. Zuerst ist demnach zu merken, daß die sechs Planeten nicht kreisförmige wie Figur 75 PaAb sondern etwas länglichte oder ellipsenähnliche Bahnen wie PdAe* um die Sonne beschreiben, in deren einen Brennpunct n die Sonne liegt. Die Planeten sind daher in dem einen Theil ihrer Bahn der Sonne näher als in dem andern. Der Punct P wo sie der Sonne am nächsten stehen heißt Perihelium, Sonnennähe; und der diesem entgegengesetzte Punct A, wo sie ihren größten Abstand von der Sonne erreichen Aphelium, Sonnenferne. Um d und b werden sie hiernach ihre mittlere Entfernung von der Sonne $= \frac{1}{2}$ PA haben. Die Ausweichung der Sonne vom Mittelpunct c nemlich cn = cm heißt Eccentricität. Je größer diese ist um desto länglichter fällt die Bahn eines Planeten aus, wie wol sie bey allen sechs Planeten nur geringe ist, welches unten zu ersehen. Die Eccentricität ist demnach die Hälfte vom Abstande der beyden Brennpuncte der elliptischen Bahn eines Planeten. Die Linie vom Aphelio zum Perihelio heißt die Apsidenlinie. Eine Linie wie nP, nd, nA, ne welche aus der Sonne in den Planeten gezogen wird oder deßen jedesmalige Weite von der Sonne, heißt der *Radius vector*. Die Entfernung eines Planeten

vom

vom Aphelio, von Abend gegen Morgen, also in der 75 Figur von A nach e P d herum im Bogen wird die Anomalie genennt, wornach sich der eigene ungleiche Gang deßelben richtet, welcher in der Sonnenferne A am langsamsten, in der Sonnennähe S aber am geschwindesten vor sich geht.

Anmerk. Eine Ellipse wie P d A e Fig. 75. läßt sich auf verschiedene Art beschreiben. Schlägt man unter andern in n und m als den beyden Brennpuncten derselben Nadeln ein, spannt hierauf einen Faden über n und bindet beyde Enden in A zusammen, fährt hernach mit einem Bleystift innerhalb den über beyde Nadeln gezogenen Faden herum, so entsteht die Ellipse, welche um desto schmäler wird je weiter n und m von einander stehen. PA heißt die große und d c e senkrecht auf die vorige die kleinere Axe der Ellipse. Linien von beyde Brennpuncte nach einen Punct des Umkreises gezogen, sind allemal zusammen genommen der großen Axe gleich, und die halbe große Axe ist das Maaß des Abstandes einer der Brennpuncte von den Endpuncten der kleinen Axe oder c P ist = n d und $dc^2 = dn^2 - nc^2$ ꝛc. Die Ellipse ist übrigens eine von den Kegelschnitten welcher entsteht, wenn ein Kegel dergestalt schief durchschnitten wird, daß der Schnitt an beyden Seiten durchgeht. Ein jeder Circul stellt sich, schräge gegen das Auge gehalten oder bey einer schiefen Erhöhung des Auges über deßen Fläche-Mittelpunct als eine mehr oder minder offene Ellipse dar. Da nun dies in der Astronomie häufig der Fall ist, so verdient die Eigenschaft und Entstehung dieser ovalen Linie einige Erklärung.

§. 379. Von der täglichen wahren Bewegung der Planeten im Bogen ihrer Bahn ist zu merken, daß dieselbe austrägt:

Beym

	in der Sonnenferne.	in der Sonnennähe.
Beym ♄	1 Min. 48 S.	2 Min. 15 S.
— ♃	4 = 32 =	5 = 30 =
— ♂	26 = 13 =	38 = 4 =
— ♁	57 = 11 =	1 Gr. 1 = 10 =
— ♀	1 Gr. 34 = 48 =	1 = 37 = 29 =
— ☿	2 = 45 = 15 =	6 = 21 = 0 =

In den astronomischen Tafeln wird angenommen, der Planet liefe von A aus in einem mit der halben großen Axe seiner Ellipse beschriebenen Circul AbPa gleichförmig fort, welches seine mittlere Bewegung; dahingegen seine ungleiche Bewegung in der Ellipse AePd die wahre heißt. Der Winkel unter welchen er für eine gewiße Zeit aus der Sonne gesehen, auf jenen eingebildeten Circul vom Aphelio entfernt erscheinen würde, wird die mittlere; und derjenige zwischen Linien nach dem Aphelio und dem Ort wo er in seiner Bahn wirklich steht, die wahre Anomalie genennt. Der Unterschied zwischen beyden heißt die Gleichung der Bahn, und bestimmt, wie viel zum mittlern Ort hinzugefügt oder davon genommen werden muß um den wahren zu erhalten.

§. 380. Aus der Sonne betrachtet ist für das Jahr 1780 die Sonnenferne * des ♄ 0° 20′ ♑; des ♃ 11° 10′ ♎; des ♂ 2° 7′ ♍; der Erde (♁) 9° 11′ ♑; der ♀ 7° 47′ ♒; des ☿ 13° 53′ ♐; welcher in den gerade gegen über stehenden Grad der Ecliptik die Sonnennähe fällt. Setzt man die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne

ne = 1000 Theile eines gewißen Maaßstabes, so ist die Eccentricität der Bahn des ♄ 544; des ♃ 251; des ♂ 142; der ♁ 17; der ♀ 5; des ☿ 80 in eben solchen Theilen.

Anmerk.* Der Punct der Sonnenferne oder Sonnennähe rückt in 10 Jahren fort, beym ♄ 13′ 20″; beym ♃ 12′ 0″; beym ♂ 11′ 40″; bey der ♁ 11′ 0″; bey ♀ 9′ 26″ und bey ☿ 8′ 46″.

§. 381. Und nach einer von dem berühmten Kepler erfundenen vortreflichen Theorie, wovon im folgenden geredet wird, haben die Astronomen mit Zuziehung der Eccentricität die Größte, Mittlere und Kleinste Weite der Planeten von der Sonne folgendermaßen verhältnißmäßig gefunden:

nach Fig. 75.	Größte. cA + cn	Mittlere. cP = cA	Kleinste. cP — nc
♄	10084	9540	8996
♃	5452	5201	4950
♂	1665	1524	1382
♁	1017	1000	983
♀	728	723	718
☿	467	387	307

§. 382. Zweitens liegen die Planetenbahnen nicht sämtlich in einer Ebene, sondern neigen sich unter verschiedenen wie wol bey den mehresten sehr geringen Winkeln gegen die Fläche der Erdbahn oder Ecliptik, und es war sehr natürlich daß die Astronomen diese letztere Fläche in welcher die Erde im Sonnensystem fortläuft zum Grunde legten und die Neigung der Flächen in welcher die übrigen Planeten sich bewegen gegen dieselbe zu bestimmen suchten.

ten. Diesemnach sey in Fig. 76 in S der Mittelpunct der Sonne, und PTAVk die Erdbahn beyde genau in der Fläche des Papiers. Ein Zuschauer stehe in S so wird ihm die Erdbahn in den Kreis den wir die Ecliptik nennen am Himmel hinaus erscheinen, weil beyde Flächen mit einander übereinkommen. Linien von S nach ♈, ♋, ♎, ♑ werden demnach gleichfalls in der nemlichen Fläche liegen und in der Ecliptik diese vier Hauptpuncte anzeigen Allein die Laufbahnen der übrigen Planeten werden aus S nicht in der Ecliptik erscheinen können, weil ihre Flächen gegen die erweiterte Fläche der Erdbahn eine Neigung haben, und nur in zween einander gerade entgegen stehenden Puncten werden die Planeten in der Ecliptik stehen, in denjenigen nemlich nach welchen die Richtung des gemeinschaftlichen Durchschnittes der Flächen ihrer Bahn und der Erdbahn, hinaus geht.

§. 383. Es sey nun in Fig. 76. zxwur die Bahn eines obern Planeten. In ☊ und ☋ die zween Puncte in welchen dieselbe durch die Fläche der Erdbahn oder Ecliptik geht. Sie heißen in der Astronomie **Knoten**, jener wird der aufsteigende und dieser der niedersteigende genennt. (§. 110.) Man muß sich also die eine Hälfte der Bahn ☊A☋, als etwas über und die andere ☋r☊ als um eben so viel unter der Fläche des Papiers oder des punctirten Kreises ☊alg☋ih geneigt vorstellen. In ☊ hat der Planet keine Breite, da er aus der Sonne oder einen jeden Punct der Erdbahn und ihrer Fläche in der Ecliptik erscheint. Von da fängt

er

er an sich über diese Fläche zu erheben und bekömmt einen nordlichen Abstand von der Ecliptik Breite genannt, welcher 90° von ☊ in n am größten ist. Wenn alsdann Linien aus der Sonne in der Fläche des Planeten und der Erdbahn senkrecht auf den gemeinschaftlichen Durchschnitt ☊ ☋ gezogen werden, so formiren diese den Winkel der Neigung der Planeten gegen die Erdbahn zwischen sich. (§. 42.) Von n nimmt seine Nordliche Breite ab bis er in ☋ abermals durch die Fläche der Ecliptik geht und keine Breite hat. Von ☋ geht er unter dieser Fläche und bekömmt eine südliche Breite welche 90° von ☋ in r am größten ist und weiter hin bis zum ☊ wieder abnimmt. Eben dies ist bey der gezeichneten Bahn ☊ e ☋ d eines untern Planeten zu merken. Die Entfernung eines Planeten von ☊ wonach sich die Größe seiner Breite richtet, heißt: das **Argument der Breite.**

Anmerk. Bey den Erklärungen der Neigungen der Planeten gegen die Erdbahn und den daraus folgenden Erscheinungen, ist es nöthig zu mehrerer Deutlichkeit der Vorstellung durch körperliche Modelle zu Hülfe zu kommen.

§. 384. Aus der Sonne betrachtet fällt für das 1780ste Jahr * der aufsteigende Knoten (☊) des ♄ im 21° 29′ ♋; des ♃ 8° 41′ ♋; des ♂ 18° 15′ ♉; der ♀ 14° 39′ ♊; des ☿ 15° 54′ ♉ und diesen Puncten gerade gegen über steht der niedersteigende (☋). Ferner ist die wahre Neigung der Bahn gegen die Fläche der Ecliptik beym ♄ 2° 30′; beym ♃ 1° 19′; beym ♂ 1° 51′; bey der ♀ 3° 23′; beym ☿ 7° 0′.

* Anmerk. Der Ort des ☊ oder ☋ rückt in 10 Jahren fort beym ♄ 8′ 0″; beym ♃ 8′ 20″; beym ♂ 6′ 21″; bey ♀ 5′ 10″ und beym ☿ 8′ 20″.

Von der aus der Sonne und Erde gesehenen Länge und Breite eines Planeten, nebst Berechnung derselben.

§. 385.

Die 76ste Figur stellt beyläufig die Lagen von der Erde, Jupiter und Venus-Bahn vor. Sm ist für die Jupiters- So für die Erd- und Sc für die Venusbahn die Eccentricität, so daß aus m, o, c die Bahnen dieser drey Planeten kreisförmig beschrieben worden, weil ihre ellipsenähnliche Gestalt in dieser kleinen Figur nicht merklich wird. P ist der Punct der Sonnennähe und A der Sonnenferne in einer jeden Bahn, von welchem das nähere bereits vorher erklärt worden *. Jupiter stehe nun für eine gewiße Zeit in seiner Bahn in ♃; und die Erde in T; ein andermal sey die Erde in V und Venus in ihrer Bahn in ♀: So ist für Jupiter der Bogen tz♃ oder der Winkel ♃St die Länge in seiner Bahn aus der Sonne gesehen oder die heliocentrische Länge; ♃a stehe auf die Fläche der Ecliptik senkrecht, so ist der Winkel ♃Sa die heliocentrische Breite. Ferner ist nach Ta der auf die Ecliptik reducirte geocentrische oder aus der Erde gesehene Ort des ♃, mit welcher Linie Sf parallel geht (Anmerk. §. 366.) und folglich ist der Bogen ♈hf oder der Winkel fS♈ die geocentrische Länge; endlich

endlich der Winkel ♃Ta die geocentrische Breite. Dann hat ♃ eine Nordliche Breite und ist seiner Sonnenferne nahe. Für Venus, welche hier eine Südliche Breite hat und ihre Sonnenferne paßirt ist, wird ♈♋♎♑r ihre auf die Ecliptik, durch das von r senkrecht herunter gefällte Perpendicul r♀, reducirte heliocentrische; und da Sz mit Vr parallel läuft, ♈z ihre geocentrische Länge. Der Winkel rS♀ giebt die heliocentrische und rV♀ die geocentrische Breite an.

Anmerk. Aus der Figur und den 380 §. ergiebt sich, daß die Sonne im Sommer weiter von uns ist als im Winter, dies zeigt sich auch am scheinbaren Durchmeßer der Sonne, welcher im 9° ♋ 31′ 25″; im 9° ♑ hingegen 32′ 30″ beobachtet wird. Folglich wäre derselbe in der mittlern Entfernung auf 31′ 57″, 5 zu setzen.

§. 386. Aus den in der 76sten Figur vorkommenden Beyspielen von ♃ und ♀ ergiebt sich wie die heliocentrische und geocentrische Länge und Breite der Planeten, nach den verschiedenen Stellungen der Erde gegen dieselben, und der Sonne, veränderliche Unterschiede haben können. So ist in denselben die heliocentrische auf die Ecliptik reducirte Länge des ♃ um den Winkel TaS = aSf größer als die geocentrische. Die heliocentrische Breite ♃Sa kleiner als die geocentrische ♃Ta weil die Erde dem ♃ hier näher als dieser der Sonne ist. Für Venus findet sich, daß sie von der Erde um den Winkel rSz weiter nach Morgen als aus der Sonne gesehen wird, und daß folglich ihre geocentrische Länge größer als die heliocentrische ist. Ihre heliocentri-

Breite rS♀ aber etwas größer als die geocentrische rV♀ seyn muß, weil ♀ hier etwas weiter von der Erde als von der Sonne gesetzt wird. Der Unterschied der heliocentrischen und geocentrischen Länge eines Planeten heißt auch sehr richtig die Parallaxe der jährlichen Erdbahn. Er ist am größten, wenn die Linien aus der Sonne und den Planeten an der Erde einen rechten Winkel machen. Trift es sich genau daß ♀ in ihrer untern ☌ mit der Sonne und zugleich zwischen ☊ und ☋ oder ☋ und ☊ folglich 90° von beyden steht, so kann ihre geocentrische Breite auf 8¾° gehen, ohnerachtet alsdann ihre größte mögliche heliocentrische Breite (welche bey allen Planeten der Neigung ihrer Bahn gleich ist) nur 3° 23′ austrägt, weil ♀ um diese Zeit der Erde viel näher als der Sonne ist. Man kann diese Erscheinung schon nach der 39 Fig. erklären. Die Neigung der Merkursbahn ist freylich 7° allein dieser Planet ist in einer ähnlichen Stellung immer von der Erde weiter als von der Sonne entfernt Nur bey der ♀ findet im angezeigten Falle eine so große geocentrische Breite statt, und es erhellet hieraus die Nothwendigkeit den Thierkreis zu beyden Seiten der Ecliptik eine Breite von 8 bis 10° zu geben.

§. 387. Zieht man nach Figur 76 Linien von der Sonne zum ♃ und zur Erde und von letzterer wieder zum ♃, so entsteht das geradelinigte Dreyeck ♃TS welches sich gegen ♃ über die Fläche des Papiers erhebt. Der Winkel an der Sonne ♃ST heißt der Commutations- und der an der Erde ♃TS der

der Entfernungs-Winkel, jener zeigt den Unterschied der heliocentrischen Länge des ♃ und der Erde, und dieser den Unterschied der geocentrischen Länge des ♃ und der Sonne an. Wird von ♃ ein Perpendicul ♃ a senkrecht auf die Fläche der Ecliptik gefällt und dahin von Sonne und Erde Linien gezogen, so ist das Dreyeck ♃ T S auf das in der Fläche der Ecliptik liegende a T S reducirt. Eben so ist für Venus in der Figur ♀ S V der Commutations- und S V ♀ der Entfernungswinkel. Das gegen ♀ sich unter der Fläche der Ecliptik neigende Dreyeck S V ♀ wird durch den Perpendicul ♀ r auf das in dieser Fläche liegende S r V gebracht.

Anmerk. Diese Linien laßen sich in einem Modell von der schiefen Lage der Planetenbahnen durch Fäden vorstellen, und damit entstehen Fadendreyecke welche die Erklärung sehr erleichtern.

§. 388. Nun läßt sich aus den astronomischen Tafeln vom Laufe der Planeten (unter welchen die Halleyischen die richtigsten sind) z. B. für ♃ seine wahre heliocentrische Länge und Breite für eine jede Zeit finden. Man weiß also nach welchen Grad der Länge die Linie S ♃ oder diesen Ort durch ♃ a auf die Ecliptik reducirt, S a hingeht, und wie groß der Winkel ♃ S a sey. Ferner geben noch die Tafeln, die Entfernung des ♃ von der ☉ = S ♃ auf die Ecliptik reducirt (welche die abgekürzte heißt) nemlich S a an. Dann findet sich aus den Sonnentafeln (welche T. Mayer am richtigsten geliefert) für den Ort der Erde T den Ort der Sonne nach h hinaus, folglich auch der heliocentrische Ort der

 Erde

Erde gegen S T g, und zugleich die Entfernung der Erde von der Sonne S T in eben solchen Theilen als vorhin S a. Nun sind folglich in dem Dreyeck a S T bekannt: die beyden Seiten S a und S T nebst den dazwischen liegenden Winkel a S T = dem Unterschied der heliocentrischen Länge des ♃ und der ♁. Man soll hieraus den Winkel an der ♁ oder a T S nemlich die Entfernung des ♃ von der Sonne im Bogen der Ecliptik aus der Erde gesehen finden?

§. 389. Unter den Aufgaben der ebenen Dreyeckmeßung kömmt im §. 35. nach der 30sten Figur die letztere, mit der vorigen überein. Setzt man also nach den daselbst gebrauchten Buchstaben: $Sa = k$; $ST = b$ und $aST = A$; ferner den unbekannten Winkel am ♃ = C und den zu suchenden an der ♁ = B. So ist nach der Formel: $(b+k):(b-k) = \text{Tang.} \frac{1}{2}(C+B) : \text{Tang.} \frac{1}{2}(C-B)$ Das heißt in Worten: Die Summe der beyden bekannten Seiten verhält sich zu ihrem Unterschiede, wie die Tangente der halben Summe der beyden unbekannten Winkel zur Tangente ihres halben Unterschiedes. (A ist bekannt, demnach auch die halbe Summe von $B + C = \frac{180^\circ - A}{2}$)

Man findet also durch diese Formel den halben Unterschied der beyden unbekannten Winkel B und C, welcher in diesem Falle zur halben Summe derselben addirt wird, (§. 35.) weil der verlangte Winkel B, wie es die Figur zeigt, der größte ist. Dieser Winkel B oder a T S wird hier zum Ort der

Sonne

Sonne h addirt weil ♃ von derselben gegen Morgen erscheint, so kömmt die gesuchte geocentrische Länge deßelben heraus.

§. 390. Um die geocentrische Breite zu finden wird gesetzt:

Sin. aST ; Sin. aTS = Tang. ♃Sa ; Tang. ♃Ta oder in Worten: Der Sinus des Commutationswinkels verhält sich zum Sinus des Elongationswinkels, wie die Tang. der heliocentrischen zur Tang. der geocentrischen Breite. Denn in dem bey a rechtwinklichten Dreyeck ♃aS

ist Sa : a♃ = R (Radius) ; Tang. ♃Sa

und in dem gleichfalls bey a rechtwinklichten Dreyeck ♃aT eben so: Ta : a♃ = R ; Tang. ♃Ta

aus beyd. folgt Ta ; Sa = Tang. ♃Sa : Tang. ♃Ta

In den ebenen Dreyecken verhalten sich aber die Seiten gegen einander wie die Sinus der ihnen entgegenstehenden Winkeln. Da nun der Seite Ta der Winkel aST und der Seite Sa der Winkel aTS gegenüber liegt, so werden statt derselben die Sinus dieser bekannten Winkel genommen, woraus obige Formel sich ergiebt.

§. 391. Bey der Berechnung der geocentrischen Länge und Breite eines untern Planeten wie in der 76 Fig. für Venus ist das Verfahren völlig dem vorigen ähnlich. Nur daß in diesem Falle der in dem Dreyeck SrV gefundene Winkel an der Erde SVr vom Ort der Sonne abgezogen werden muß, weil ♀ von der Erde V aus betrachtet von der Son-

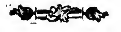
 ne

ne zur rechten oder abendwärts erscheint. Veränderungen dieser Art sind aber leicht einzusehen, wenn man sich den Triangel welchen Sonne, Erde und Planet bildet, für jeden vorkommenden Fall entwirft, und die Richtung nach welchen Sonne und Planet hinaus gesehen wird gehörig bemerkt. Und daher glaube ich von dergleichen Berechnungsarten durch voriges Beyspiel, nebst den beygebrachten Erläuterungen, einen hinlänglichen Begriff verschaft zu haben.

§. 392. Nach den in den §. 378. 379. und 382. angegebenen Bestimmungen der Oerter der Sonnenferne, Eccentricität, mittlern Weite von der Sonne, Knoten und Neigung der Planetenbahnen, läßt sich nach einem angenommenen Maaßstabe auf einen großen Regalbogen das Sonnensystem richtig entwerfen und damit kann man, wenn der jedesmalige heliocentrische Ort eines Planeten und der Erde gehörig eingetragen wird, alle bisher angezeigte Erscheinungen derselben deutlich einsehen. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels habe ich auch dazu dienliche Anweisungen auf Seite 114 — 118; dann Seite 506 — 522 gegeben, worunter auch eine sehr abgekürzte und daher beyläufige Berechnung der geocentrischen Länge der Planeten aus ihrer bekannten heliocentrischen vorkömmt; zugleich enthält dieses Buch den Lauf und die Erscheinung der Planeten vom Jahr 1777 bis 1800. Auf dem 7 und 8ten Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten wird auch der wahre Lauf der Planeten im Sonnensy-

stem

stem und ihr von der Erde aus gesehener scheinbarer vorgestellt. Dieser letztere fällt besonders zur Zeit da die Planeten still stehen und rückwärts gehen, vornemlich deswegen sehr unordentlich aus, weil alsdann die geocentrische Breite derselben wegen ihrer Annäherung gegen die Erde sehr merklich zunimmt, wodurch in der Gegend des Thierkreises wo dies geschieht, nach den verschiedenen Fällen, ob nemlich der Planet entweder zu seiner größten heliocentrischen Breite oder einen seiner Knoten geht oder davon zurückkömmt, ihre Bahnen als Knoten ähnlich geschlungen oder dem Buchstab Z gleichend erscheinen, wie die erwähnten Charten zeigen. Noch ist zu merken, daß der wahre oder aus der Sonne beobachtete Gang der Planeten bey einen jedem Umlauf der nemliche bleibt, der von der Erde beobachtete scheinbare aber immer anders in die Augen fällt.



Achter Abschnitt.

Ueber die Beschaffenheit, Größe, Entfernung rc. der Sonne, Planeten und ihren Monden.

Von der Sonne, ihre Flecken, Umwälzung, Lage ihrer Kugel rc.

§. 393.

Wenn man die Sonne auch nur durch mittelmäßige Fernröhre betrachtet, so wird man die mehreste Zeit auf derselben dunkle Flecke, oft einzeln, zuweilen aber in mehrerer Anzahl und in verschiedenen von Zeit zu Zeit veränderlichen Größen entdecken. Sie zeigen sich in einer unordentlichen Figur, die größern sind gewöhnlich in einen Nebel oder blaßern Schatten eingehüllt und haben in der Mitte einen dunklern Kern. Sie bewegen sich alle gemeinschaftlich vom östlichen Sonnenrande bis zum westlichen in 13½ Tagen, aber gegen die Ränder hin immer langsamer, entstehen und verschwinden auch mitten in der Sonne. Einige kommen nach 13½ Tagen wieder am östlichen Rande zum Vorschein nachdem sie am westlichen verschwunden sind. Mitten in der Sonne erscheinen sie größer und an den Rändern werden sie immer schmäler. Auch laßen sich zuweilen bloße schattenähnliche

auch

auch wol mit einem andern Lichte als der übrige Sonnenkörper versehene größere oder kleinere Stellen bemerken, die den Namen Sonnenfackeln erhalten. Die größten dunkeln Flecken die man jemals in der Sonne gesehen, hielten eine Minute oder etwa den 30sten Theil des Sonnendurchmeßers in sich. Die Figur 77 zeigt, wie die Sonnenflecken gewöhnlich in verschiedenen Gestalten erscheinen. AB ist ein Theil des Sonnenrandes.

§. 394. Die Sonnenflecken wurden bald nach Erfindung der Ferngläser im Jahr 1611 vom Pater Scheiner in Ingolstadt entdeckt. Weil aber die Philosophen der damaligen Zeit das Vorurtheil hegten daß das Sonnenlicht gänzlich rein sey, so mußte er seine Wahrnehmungen etwas zurückhalten bis auch andere Astronomen, als Galliläus, Fabricius ꝛc. dieselbe Entdeckung machten und damit die Wahrheit vom Gegentheil bestätigten. Scheiner schrieb hierauf ein großes Werk in Folio, über seine Beobachtungen der Sonnenflecken, welches er Rosa Ursina nannte, und auch nachher sind dieselben von vielen Astronomen häufig beobachtet und beschrieben worden. Sie sahen die Flecken in ihrer Größe ab- und zunehmen, oft gänzlich verschwinden oder einen Schatten übrig laßen. Verschiedene giengen einigemal vor der Sonnenscheibe über, einige entstanden auf der Sonne am nemlichen Orte wo sie ehedem unsichtbar geworden waren. Oft verfloßen Jahre da keiner erschien, und dann zeigte sich die Sonne viele Jahre nach einander nie ohne Flecken. Eben dies beobachten wir

wir noch anjezt, ohne die geringste Regelmäßigkeit und blos dies einzige zeigt sich bey allen ordentlich, daß sie in einer gleichen Zeit, ihr Weg mag kurz oder lang seyn, parallel unter sich auf der Sonne von Osten nach Westen fortrücken, und ihre Entfernung von einander nicht merklich verändern.

§. 395. Aus diesen leztern Erscheinungen schlossen schon die ersten Beobachter der Sonnenflecken, daß sich die Sonne von Morgen nach Abend um ihre Axe wälzen, und daher die Gestalt einer Kugel haben müße. Auch läßt sich leicht aus der Wahrnehmung, daß diese Flecken da sie so lange hinter als vor der Sonne sich verweilen, auch an den Rändern derselben sehr schmal werden, schließen, daß sie auf der Oberfläche der Sonne selbst sich befinden müßen. Die auf der Erde sich aus Beobachtung der Flecken ergebende Zeitdauer der Umwälzung der Sonnenkugel muß aber anders erscheinen, als selbige wirklich statt hat, da die Erdkugel inzwischen ihren Ort selbst verändert. Es sey Fig. 78. in C die Sonne und in T die Erde. Ein Sonnenfleck erscheine zugleich mitten auf der Sonne in m, da a b der in T sichtbare Durchmesser der Sonne seyn wird. Nachdem sich die Sonnenkugel einmal nach a d m b umgewälzt, ist die Erde inzwischen nach eben der Richtung von T bis V gerückt, und aus diesem Punct betrachtet ist nun n mitten in der Sonne, und d e wird als ihr Durchmesser gesehen. Die Sonnenkugel muß sich demnach noch um m n weiter herumwälzen, ehe der Fleck m wieder in die Mitte kommt. Hieraus folgt,

was

was die Astronomen durch viele Beobachtungen gefunden, daß obgleich die Sonnenkugel eigentlich in 25 Tagen 14 St. 8 Min. sich um ihre Axe wälzt, sie dennoch den Erdbewohnern erst nach 27 Tagen 12 St. 20 Min. wieder dieselbe Seite zuwende, oder ein und eben derselbe Sonnenfleck abermal in dem nemlichen Punct erscheine.

§. 396. Stünde die Sonnenaxe senkrecht auf die Fläche der Ecliptik; so würde der Sonnenäquator admne in dieser Fläche der Erdbahn liegen, und folglich von uns betrachtet als eine gerade Linie erscheinen, und die mit ihm bey der Umwälzung der Sonne gleichlaufenden Flecken gleichfalls allemal in geraden Linien vor der Sonne fortrücken. So aber muß die Sonnenaxe eine Neigung gegen die Fläche der Ecliptik haben, denn Beobachtungen zeigen, daß die Sonnenflecke nur zweymal im Jahr in vollkommenen geraden Linien; zu allen übrigen Zeiten aber mehr oder minder offene, nord- oder südwärts dem Mittelpunct der Sonne liegende halbe Ellipsen beschreiben. Am Ende des Novembers gehen sie in geraden Linien durch. Nachher fangen sie an aufwärts gebogene Ellipsen zu durchlaufen, welche am Ende des Februar am weitesten offen erscheinen, wiewol nur in einen Verhältniß der größern zur kleinern Axe wie 1000 zu 130. Von da nehmen solche wieder ab, bis am Ende des Mays, da sie abermal nach geraden Linien fortrücken. Im Junii fangen sie an sich in einem unterhalb dem Mittelpunct der Sonne liegenden elliptischen Bogen zu bewegen, welcher zu

An-

Anfange des Septembers seine größte Oeffnung in obigem Verhältnisse zeigt, und gegen Ende des Novembers sich wieder der geraden Linie nähert.

§. 397. Aus diesen Erfahrungen hat man berechnet, daß die Axe der Sonne sich mit der Fläche der Ecliptik unter einem Winkel von $82\frac{1}{2}$° neige; daß der Nordpol der Sonne beständig gegen den 8° ♓ und der Südpol gegen den 8° ♍ gerichtet sey. Die Neigung des Sonnenäquators gegen die Fläche der Ecliptik muß demnach $7\frac{1}{2}$° austragen, und folglich derselbe letztere in zween entgegenstehenden Puncten durchschneiden. Diese kann man die Knoten des Sonnenäquators nennen, welche aus der Sonne gesehen im 8° ♊ und 8° ♐ erscheinen müßen. Jener ist der ☊ und dieser der ☋. Wird die Erde aus der Sonne betrachtet in diese Puncte gesehen, so muß uns der Sonnenäquator als eine durch den Mittelpunct der Sonne gehende gerade Linie; in allen übrigen Oertern aber als eine halbe Ellipse erscheinen, und zwar unterwärtsgehend, wenn unser Auge über, und aufwärtsgehend, wenn es unter dessen Fläche steht.

§. 398. Das bisher gesagte macht die 79ste Figur deutlich, in welcher C die Sonnenkugel, ns ihre gegen die zu den Polen der Ecliptik gehende Linie pP um $7\frac{1}{2}$° geneigte Axe nach n der Nord- und nach s der Südpol, endlich ae der Sonnenäquator ist. Das Auge wird hier in einer großen Entfernung außer der Erdbahn dem Mittelpunct der Sonne C gerade gegen über, und genau in ihrer Fläche gesetzt, demnach erscheint die Erdbahn als eine

eine gerade Linie, und AB ist ihr Durchmesser, auf welchem der Ort der Erde von 30 zu 30° nach den Sinußen des Abstandes von C (§. 36.) bemerkt ist. Steht nun die Erde 8° in ♐ disseits der Sonne, so liegen ihre Pole an den Rändern, und die Flecken beschreiben von Osten nach Westen in Ansehung der Ecliptik schräge heruntergehende gerade Linien auf der Sonne in ihrem Aequator de, oder seinen Parallelen lm, ik ꝛc. Rückt die Erde durch ♑ und ♒, so wird der Nordpol der Sonne sichtbar, und der Südpol unsichtbar; der Aequator und dessen Parallelen liegen schief gegen das Auge, und erscheinen als unterwärts geneigte halbe Ellipsen, welche im 8° ♓ am weitesten offen sind. Kommt die Erde in ♈ und ♉, so werden diese wieder enger. Im 8° ♊ nach der Figur hinterhalb der Sonne erscheinen sie abermals als gerade Linien, da beyde Pole an den Rändern liegen, wiewol nun in einer gegen die Ecliptik entgegenstehenden Neigung wie in 8° ♐. Durch ♋ ♌ erheben sie sich über der Ecliptik, indem der Südpol der Sonne sichtbar wird, und in 8° ♍ erscheinen sie als Ellipsen nordwärts vom Mittelpunct der Sonne in ihrer größten Entfernung, welche durch ♎ ♏ wieder abnimmt.

Anmerk. Da die Erde beständig ihren Ort verändert, und folglich die Sonnenkugel gegen ihr sich in einer eben so veränderlichen Richtung umwälzt, so können genau betrachtet, die scheinbaren Wege der Flecken auf der Oberfläche der Sonne eigentlich keine Ellipsen seyn, sondern es müssen hieraus besondere krumme Linien entstehen.

§. 399. Die Sonne hat eine Atmosphäre, die sich von ihr über verschiedene Planetenbahnen erstreckt, unter dem Namen des Zodiacallichtes (§. 310.) bekannt ist, und zuweilen des Abends oder des Morgens zu Gesicht kömmt. Nach Mairans Erklärung besteht dieselbe aus einer sehr subtilen Materie, die die Sonne überall, vornemlich aber wegen ihrer schnellen Axendrehung, bis auf einer großen Weite längst der Fläche ihres Aequators hinaus umgiebt, entweder ihr eigenes Licht hat, oder von der Sonne stark erleuchtet wird. Aus der in der 79sten Figur vorkommenden Lage des Sonnenäquators läßt sich nun einsehen, daß wenn die Sonne in 8° ♐ und ♊ erscheint, oder am Ende des November und May die Erde mitten durch die größte Fläche des Zodiacallichtes hindurchgeht, daß diese um die erstere Zeit an der Morgenseite der Sonne einen Winkel von $7\frac{1}{2}$° südlich und an der Abendseite einen eben so großen nordlich mit der Ecliptik mache, daß um die letztere Zeit das Gegentheil statt finde. Ferner, daß gegen die Zeit der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche der größte Durchschnitt des Zodiacallichtes, sowol Morgens als Abends nordwärts gegen die Ecliptik, und im Herbst südwärts gegen dieselbe geneigt sey, und daß dieses Licht in beyden Jahreszeiten am breitesten erscheinen müße. Weiß man nun, daß die Ecliptik im Frühjahr des Abends und im Herbst des Morgens den größten Winkel mit dem Horizont macht, so folgt aus dem vorigen, daß das Zodiacallicht um diese Zeit am besten zu Gesicht komme, wiewol

es

es im Frühjahr sich unter einem größern Winkel des Abends, als im Herbst des Morgens erheben muß. Dann wird es auch beym Anfange des Winters des Morgens sich besser als des Abends zeigen. Beym Anfange des Sommers verhindert die Dämmerung es zu sehen.

§. 400. Ueber die Natur und Beschaffenheit der Sonne und ihrer Flecken haben die Naturforscher verschiedene Meynungen. Die gewöhnlichste ist, daß die Sonne ein wirkliches Feuer sey, und auf ihrer Oberfläche beständig brenne; hiernach werden denn die Sonnenflecken als Rauch- und Dampfwolken, die das Sonnenfeuer bald von sich stößt, bald wieder in sich aufnimmt, angesehen. Andere gedenken sich die Sonnenkugel als mit einer glüenden flüßigen Materie, einer Lava übergossen, in welcher große Klumpen ausgebrannter Materien schwimmen, die wechselsweise über das Feuermeer der Sonne zum Theil hervorragen und wieder einsinken, und sich auf diese Art als dunkle Flecken auf der Sonne zeigen, und verschwinden. Allein woher sollte bey der ersten Meynung das Sonnenfeuer seine Nahrung hernehmen, um nicht nach und nach zu verlöschen, und wodurch wird bey der andern ihre Feuermasse beständig glüend und flüßig erhalten, vieler andern Einwürfe zu geschweigen. Sollte es auch auf der weiten Oberfläche der großen Sonne wirklich so unruhig zugehen, ein beständig loderndes Feuer oder eine geschmolzene Lava schreckenvoll alles zerstören? Sollte der majestätische Glanz der Sonne ein bloßer Wie-

derschein von den aus ihren Gefilden überall aufsteigenden Flammen seyn?

§. 401. Der Beweis, daß die Sonne ein Feuer sey, wird aus ihrem Lichte, und daß ihre Stralen wärmen, auch wenn sie vermittelst der Brenngläser in einem engern Raum gebracht werden, mit grosser Heftigkeit zünden, hergenommen. Allein es laßen sich sehr wahrscheinlich richtige Erklärungen geben, nach welchen die letztern Wirkungen erfolgen können ohne daß die Sonne selbst brennen darf. Nach den in den neuern Zeiten bewundernswürdigen Erfindungen in den Wirkungen der Electricität kann man sich die Sonne als eine feuerlose Kugel vorstellen, die durch ihren schnellen Umschwung ein electrisches Licht hervorbringt, welches sich auf eine oder die andere Art durch das ganze Sonnengebiet fortpflanzt. Das ihre Stralen wärmen, könne alsdann meines Erachtens blos als eine Wirkung derselben auf unserer Luft nahe an der Erdoberfläche zufolge ihres größern oder geringern Einfallswinkels auf dieselbe angesehen werden, wodurch ich mir die Erfahrung daß auf den höchsten Bergen ein beständiger Winter herrscht sehr gut erklären kann. Daß die Lichtstralen, wenn sie im Brennpunct eines Brennglases vereinigt werden, brennen, ist ihrer alsdann heftig vermehrten zitternden Bewegung zuzuschreiben. So stelle ich mir die Sonne überhaupt als eine dunkle planetische Kugel vor, die alle Ungleichheiten des festen Landes und Meere auf ihrer Oberfläche zeigt und in der Lichtmaterie wie unsere Erde in ihrer Atmosphäre eingehüllt ist. Die Sonnen

nenflecke wären denn nichts anders als kleine zuweilen von der Lichtmaterie entblößte Stellen der Sonnenländer oder Meere, welche nur ein geborgtes auch größtentheils verschlucktes Licht uns zuwerfen, und daher gegen den übrigen von der Lichtmaterie bedeckten Theil der Sonne, dunkel erscheinen. Was hierüber weiteres zu sagen wäre, gehört in die Naturlehre.

§. 402. Die eine oder die andere Hypothese sey nun richtig, so wird unterdeßen die wohlthätige Absicht des weisen Schöpfers beym Bau der großen Sonne, nemlich durch alle Räume ihrer weiten Herrschaft, so wie unserer Erde, auch den andern um sie laufenden größern oder kleinern Planeten- und Kometenkugeln Licht und Wärme, zum Nutzen ihrer Bewohner, mitzutheilen, glücklich erreicht. Dieser wichtige Nutzen und die Kraft der Anziehung mit welcher die Sonne alle Kugeln ihres Systems bis zu unermeßenen Fernen um sich in Kreisen herum lenkt, ist von ihrer ansehnlichen Größe zu erwarten, welche die Größe unserer Erdkugel um mehr als eine Million und vierhunderttausendmal übertreffen muß (wovon der Beweiß nachher vorkömmt). Der Durchmeßer der Sonne trägt über 112 Erddurchmeßer aus, und ihr Umfang im Aequator über 608000 Meilen. Innerhalb dieser gewaltig großen Sonnenkugel könnte, wenn die Erde im Mittelpunct stünde, der Mond um ihr in einem fast doppelten Abstande laufen ohne ihre Oberfläche zu berühren, wie sich in der Folge ergeben wird. Hiernach läßt sich berechnen, daß ein

mitten auf der Sonne in der Größe von einer Minute sich zeigender Sonnenfleck an 6000 Meilen im Durchschnitt halte, worauf bey Erklärung ihrer Natur aus den Erscheinungen, und vornemlich den oftmaligen Veränderungen der Gestalt und Größe derselben Rücksicht zu nehmen ist.

Vom Lichte, deßen Geschwindigkeit, Stärke in verschiedenen Entfernungen.

§. 403.

Neuton erklärte die Lichtstralen als wirkliche Ausflüße aus der Sonne und den Sternen, die sich durch völlig leere Räume der Schöpfung zwischen den Weltkörpern unaufhörlich ergießen. Cartesius füllte diese Räume mit Himmelsluft an, und gedachte sich deren feinste Theile als Kügelchen, die hart an einander in gerader Linie von der Sonne bis zu uns stehen und gleichsam Kugelstäbe formiren, und so wenn das der Sonne zunächst stehende einen Stoß ihrer bewegten Lichttheile erhält sich sogleich auf der Erde wirksam zeigt. Allein müßte nicht das Sonnenlicht längstens erschöpft seyn, wenn es ohne neuen Zufluß seit vielen Jahrtausenden nach allen Seiten durch ungeheuer weite Räume aus der Sonne strömte, und Neutons Meinung richtig wäre, und eben so müßte nicht das Licht von der Sonne bis zu uns keine Zeit gebrauchen, wenn Cartesius Voraussetzung statt fände, wovon uns doch die Erfahrung das Gegentheil lehrt.

§. 404.

§. 404. Eulers Erklärung über diese Sache ist daher viel wahrscheinlicher. Er nimt an, daß die kleinsten Theile der Feuermaterie der Sonne in einer heftigen zitternden Bewegung sind; diese wird den der Sonne zunächst liegenden Theilen des Aethers oder der feinen Himmelsluft mitgetheilt, von diesen erhalten selbige die in einen immer größern Abstande liegenden und so pflanzt sich das Licht durch den Aether wellenförmig wie der Schall durch unserer Luft, obgleich wegen des viel subtilern Aethers, ungemein schneller, bis zu der Erde und andern Planeten fort. Statt der Feuermaterie kann man sich auch, bey der Voraussetzung daß die Sonne eine bloße electrische Kugel sey, ihre feinsten Lichttheile in eine solche zitternde Bewegung gedenken, woraus eine gleiche Wirkung erfolgen würde. Eine weitere Untersuchung der wichtigen Materie vom Lichte, der Theorie von der Sichtbarkeit dunkler Körper und der Entstehung der Farben rc. gehört eigentlich in die Naturlehre.

§. 405. Daß das Licht nicht augenblicklich sondern nach und nach, wie wol mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit sich durch alle Räume des Sonnensystems fortpflanzt, haben die Astronomen aus Beobachtungen der Verfinsterungen der Jupiters-Trabanten gefunden und Römer war der erste, welcher vor etwa 100 Jahren diese wichtige Entdeckung machte. Es sey nach Fig. 80 in S die Sonne; BDAC die Erdbahn: VR ein Theil der Jupitersbahn und dieser Planet stehe in n; emd sey die Bahn des ersten oder innersten Trabanten,

welcher in 42 Stunden 28 Min. seinen Umlauf vollführt. In C steht ♃ hinter der Sonne und in seiner größten Entfernung von der Erde; in D hingegen ist er der Sonne gerade gegen über und der Erde um den ganzen Durchmeßer ihrer Bahn DC oder der doppelten Entfernung der Sonne von ihr näher, welche Weite wenigstens 40 Millionen Meilen austrägt.

§. 406. Soll nun nach der Rechnung dieser Jupiterstrabant in e um eine gewiße Zeit im Schatten treten oder eine Verfinsterung leiden, so geben die Beobachtungen daß dieser Eintritt wenn die Erde in der Gegend C ist um 16 Min. 15 Sec. später als in der Gegend D gesehen wird, woraus folgt, daß das Licht um so viel Zeit brauchen müße den Raum DC herunter zu schießen. Eben so, die Erde komme in B wo sie sich dem Jupiter in gerader Linie nähert und der Trabant trete in e im Schatten. Nach 42 St. 28 Min. hat er seinen Umlauf vollendet, und sollte abermal im Schatten treten; allein da die Erde inzwischen sich dem Jupiter bis in b genähert, so sehen wir den Trabant aus b betrachtet um so viel früher eintreten, als das Licht eher in b als B anlangt. Das Gegentheil findet statt, wenn die Erde in A steht und den Trabant in m austreten sieht. Ist die Erde nach 42 St. 28 Min. bis in a gekommen, so wird der zunächst folgende Austritt daselbst um so viel später gesehen, als das Licht Zeit gebraucht sich durch den Raum Aa fortzupflanzen.

§. 407.

§. 407. Der in B und A bemerkte Zeitunterschied, verglichen mit der Größe des Bogens B b oder A a welchen die Erde inzwischen durchläuft, bringt ein gleiches mit dem was die Beobachtungen der Verfinsterungen in C und D geben heraus daß nemlich das Licht in 8 Min. 7 Sec. sich von der Sonne bis zu uns durch einen Weg von wenigstens 20 Millionen Meilen mit einer uns unbegreiflichen Schnelligkeit fortpflanze, oder in einer Secunde 41000 Meilen zurücklegt. Rechnen wir nun wie oben (§. 313.) daß der Schall in 22 Secunden eine deutsche Meile durchzittert, so folgt daß die Geschwindigkeit des Schalles von der Geschwindigkeit des Lichtes um mehr als 900000 mal übertroffen wird.

§. 408. Diese Schnelligkeit des Lichtes ist gleichfalls durch die von Bradley im Jahr 1725 zuerst gemachte Entdeckung der Aberration oder Abirrung des Lichtes der Fixsterne (wovon in dem Abschnitt von den Fixsternen die nähere Erklärung folgt) die von der zusammengesetzten Bewegung der Erde in ihrer Bahn und der allmäligen Fortpflanzung der Lichtstralen der Himmelskörper hergeleitet wird, bestätigt oder vielmehr noch genauer berichtiget worden. Man hat sich durch diese Beobachtungen überzeugt, daß das Licht so viel Zeit gebraucht um eine Weite die dem Abstande der Sonne von uns gleich ist, zu durchschießen, als die Erde, um 20 Sec. im Bogen fortzurücken, wozu 8 Min. 7 Sec. (wie vorher gefunden) gehören. Nun sind 20 Sec. der 64800ste Theil vom Umkreis der Erdbahn, welcher wenn man 40 Millionen Meilen als ihren

 Durch-

Durchmeßer ansetzt und nach dem Verhältniß 113 : 355 (§. 264.) rechnet, auf 125 Millionen und 666000 Meilen steigt, von welchen der 64800ste Theil 1940 Meilen ausmacht, welche die Erde in 8′ 7″ zurücklegt; das Licht läuft aber inzwischen 20 Millionen Meilen fort, und deßen Fortschwingung ist daher über 10300 mal schneller als der Lauf der Erde.

§. 409. Nächst der Geschwindigkeit des Lichtes ist von der Stärke deßelben in verschiedenen Entfernungen, folgendes zu merken: *Die Stärke des Lichts nimmt ab, wie das Quadrat des Abstandes vom leuchtenden Körper zunimmt,* dergestalt daß die Erleuchtung in einer doppelten Entfernung um 4mal; in einer dreyfachen 9; in einer vierfachen 16mal u. s. w. schwächer wird. Dies zeigt die 81ste Figur. Es sey in A die Flamme einer Kerze von welcher unter andern die Stralen AK, AL, AN, AM ausgehen. Gesetzt, diese Stralen begränzen das dem Lichte A zunächst stehende Viereck abcd, so werden sie in einer doppelten Entfernung das zweymal so hohe und breite Viereck BCED begränzen und demnach die zwischen ihnen liegenden über die 4mal größere Fläche deßelben sich ausbreiten; in der Entfernung 3 werden sie sich auf FGIH 9mal; und in der Entfernung 4 über KLNM 16mal mehr als auf abdc ausbreiten, weil die letztere Fläche 16mal die von abdc in sich hält, und folglich um eine so viel schwächere Erleuchtung geben.

§. 410. Hiernach läßt sich eine Vergleichung der Stärke des Sonnenlichtes auf den Planeten nach

nach ihren verschiedenen Abständen anstellen: Nach §. 379 verhält sich der Abstand der Erde von der Sonne zum Abstande

des ☿ wie 10:4	und folglich die Erleuchtung der Sonne auf ihrer Oberfläche, wie:	$4^2 : 10^2 = 16 : 100 = 1 : 6$
der ♀ „ 10:7		$7^2 : 10^2 = 49 : 100 = 1 : 2$
des ♂ „ 10:15		$15^2 : 10^2 = 225 : 100 = 1 : \frac{1}{2}$
des ♃ „ 10:52		$52^2 : 10^2 = 2704 : 100 = 1 : \frac{1}{25}$
des ♄ „ 10:95		$95^2 : 10^2 = 9025 : 100 = 1 : \frac{1}{100}$

Demnach ist das Licht der Sonne auf dem ☿ 6, und auf der ♀ 2mal stärker; hingegen auf dem ♂ um die Hälfte, auf dem ♃ 25, und auf den ♄ 100mal schwächer als auf der Erde. Daher ist die merklich unterschiedene Lichtstärke womit die Planeten am Himmel glänzen zum Theil aus ihrer Entfernung von der Sonne zu beurtheilen, wie wol auch sehr vieles auf die Beschaffenheit der Theile ihrer Oberfläche ankömmt, welche das Sonnenlicht mehr oder weniger lebhaft zurückwerfen und daher ist z. B. Mars ein dunklerer Stern als Jupiter. Unterdeßen befremdet es vielleicht manchen, daß Saturn, ohnerachtet seiner 200 mal schwächern Erleuchtung als Venus oder 4mal geringern als Jupiter gleichwol noch als ein ziemlich heller Stern erscheint, es wird aber die Ursache hievon aus dem was gleich folgt begreiflich werden.

§. 411. Die Naturforscher haben viele Versuche angestellt die Stärke des erscheinenden Sonnen- oder des gemeinen Tageslichtes mit dem Lichte zu vergleichen, daß uns die Planeten zuschicken. Am merkwürdigsten möchte wol das Verhältniß des Mondenlichtes wenn der Mond voll ist gegen dem Tageslichte

lichte seyn. Sehr wenige werden es glauben daß 90000 Vollmonde mit ihrem vereinigten Lichte es nur bey uns so helle als die Sonne oder das gewöhnliche Licht des Tages machen würden. Der Beweiß hievon ist kürzlich dieser: Wenn man den Mond bey hellem Tage am Himmel zu der Zeit da er drey viertel oder mehr erleuchtet ist, sieht, so erscheint er nicht viel heller als ein mit ihm gleich großes Wölkchen welches das Sonnenlicht lebhaft zurückwirft; deswegen kann auch der Mond bey Nacht nicht mehr Licht haben als diese Wolke wenn sie ihren von der Sonne erborgten Schein wie der Mond behielte. Nun nimmt aber der Mond ohngefehr den 90000sten Theil von der sichtbaren Halbkugel des Himmels ein, und daher muß sein Licht auch um eben so viel schwächer seyn, als die Klarheit welche uns die Sonne oder das durch ihre Stralen erleuchtete und mit Wolken bedeckte Gewölbe des Himmels, (das ordentliche Tageslicht) zuschickt.

§. 412. Wir würden unterdeßen diesen erstaunlichen Unterschied des Sonnen- und Mondenlichtes eher empfinden und beurtheilen können, wenn die Eröffnung der Pupille unsers Auges bey allen Graden der Stärke des Lichtes gleich groß bliebe. So aber lehrt die Erfahrung, daß diese Oeffnung sich bey einem schwachen Lichte sehr merklich erweitert, und wir daher die bey demselben sichtbaren Gegenstände stärker erleuchtet sehen, weil davon mehrere Stralen ins Auge kommen können, als ohne diese weise Einrichtung des Schöpfers geschehen

hen würde. Gesetzt nun die runde Oeffnung des Auges erweiterte sich zur Nachtzeit beym vollen Mondenlichte um 9mal (oder ihr Durchmeßer etwa 3mal) so würden daher die vom Vollmond erleuchtete Gegenstände des Nachts nur um etwa 10000 mal matter erscheinen als eben dieselben bey gleicher Höhe der Sonne am Tage. Hieraus folgt, daß das Vermögen des Auges, Gegenstände die vom Lichte in einer sehr verschiedenen Stärke beschienen werden, dennoch in ziemlicher Klarheit zu sehen, sehr weite Gränzen hat, welches auf den erscheinenden Glanz der Planeten anzuwenden ist.

Vom Merkur.

§. 413.

Merkur beschreibt zunächst um die Sonne seine Bahn in 88 Tagen in einer Entfernung von etwa 9400 Halbmeßern der Erde* (jeden zu $859\frac{1}{2}$ deutsche Meilen gerechnet). Er ist der kleinste Planet, und wird von unserer Erdkugel an Größe 14mal übertroffen. Wegen seiner Nähe bey der Sonne wird er von uns nur zuweilen nahe am Abend oder Morgenhorizont in der Dämmerung gesehen, es hält daher schwer auf seiner Oberfläche dunkle Flecken durch Ferngläser zu entdecken, aus deren Fortrückung sich auf seine Umdrehungszeit schließen ließe, welche folglich unbekannt ist.

Anmerk. Wie der wahre Abstand der Planeten von der Sonne und Erde imgleichen ihre wahre Größe gefunden worden wird im folgenden gezeigt. Eine Vergleichung der Stärke des Sonnenlichtes auf einen jeden kommt bereits §. 410 vor.

§. 414.

§. 414. Er erscheint uns als ein kleiner Stern mit einem weißlichen lebhaft glänzenden Lichte. Sein scheinbarer Durchmeßer trägt in seiner nächsten Entfernung von uns 13 Secunden, in seiner größten kaum 5 Sec. aus. Daher und wegen seines starken Glanzes wird die Abwechselung seiner Lichtgestalten (§. 374.) nur durch große und besonders dazu eingerichtete Fernröhre bemerkt. Merkur ist in seiner untern Zusammenkunft mit der Sonne 14800, in seiner obern Zusammenkunft mit derselben aber 33600 Erdhalbmeßer von uns entfernt.

Von der Venus.

§. 415.

In einem größern Abstande als Merkur, nemlich in einer Weite von 17500 Halbmeßern der Erde, wälzt sich Venus in 224 Tagen um die Sonne. Sie kommt nach den neuesten Untersuchungen der Erde bis auf $\frac{1}{10}$tel in der Größe nahe. Durch große Fernröhre fand Caßini Ao. 1666 wie wol wegen ihrer Lichtstärke und der Unvollkommenheit seiner Gläser, mit vieler Mühe Flecke auf ihrer Oberfläche, aus deren veränderlichen Stellung er auf eine Umwälzung ihrer Kugel die 23 Stund. 20 Min. dauern muß, schloß. De la Hire sahe Ao. 1700 durch ein großes Fernrohr in der Venus höhere Berge als im Mond. Bianchini entdeckte bey seinen im Jahr 1726 angestellten sorgfältigen Beobachtungen verschiedene Flecke auf der Venuskugel, nach welchen er

er ihre Umwälzungszeit auf 24 Tage 8 St. setzte, wie wol die Astronomen fast durchaus glauben daß Caßini mehr Recht habe. (Das 5te Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten bildet die von Caßini und Bianchini gesehene Flecke auf der Venus ab.) Einige Astronomen wollen auch einen Mond oder Trabanten bey der Venus gesehen haben. *Fontana* sahe zuerst Ao. 1645; nachher 1672 und 1686 Caßini auf einige Augenblicke, und Short Ao. 1740 etwas dergleichen in der Nachbarschaft der Venus. Im Jahr 1761 wurde er im May vier Abende nach einander von *Montaigne*; Ao. 1764 eben so oft nemlich den 3. 4. 10. und 11ten März von *Rödkier* und *Horrebow* und den 15. 28. und 29sten März von *Montbarron* gesehen. Als Venus Ao. 1761 den 6ten Junii; 1769 den 3ten Junii vor der Sonnenscheibe vorüber und in diesem 1777sten Jahre den 1ten Junii der Sonne nahe vorbey ging, war die Möglichkeit und die Erwartung da, den Trabanten vor der Sonne zu sehen, er hat sich aber allen Astronomen die besonders darnach suchten nicht gezeigt. Sein Daseyn ist also noch zweifelhaft, oder wenigstens kommt er uns nur sehr selten zu Gesicht, über welche sonderbare Sache verschiedene Erklärungen gemacht worden sind. Eine Atmosphäre haben einige Astronomen bey den Durchgängen der Venus vor der Sonne, um dieselbe gesehen.

§. 416. Die Venus ist der schönste Stern am Himmel und erscheint, wenn sie uns nahe kömmt mit einem vorzüglich lebhaften Glanze, so daß die

Kör-

Körper auf der Erde bey hinlänglicher Dunkelheit von ihrem Schein einen Schatten werfen. Sie heißt schon seit dem Alterthum in der eigentlichsten Bedeutung: **Morgen= oder Abendstern**, nachdem sie entweder des Morgens vor der Sonne aufgeht oder ihr des Abends nachfolgt. Wenn die Venus ihre größte Entfernung von der Erde hat und jenseits der Sonne mit derselben in ☌ steht, so ist ihr scheinbarer Durchmeßer nur 9 Secunden. Sie hat aber alsdann volles Licht (§. 374). Je weiter sie sich nachher von der Sonne nach Morgen entfernt und als Abendstern nach Sonnenuntergang sichtbar wird, je mehr nähert sie sich der Erde. Ohngefehr 48° von der Sonne hat sie ihren größten Abstand erreicht und ist nur halb erleuchtet, welches schon mittelmäßige Fernröhre zeigen. Wenn sich Venus hierauf der Sonne wieder bis auf 40° genähert, so hat sie ihr stärkstes Licht, und obgleich ihr Durchmeßer alsdann nur 39″ austrägt und kaum um den vierten Theil erleuchtet ist, so übertrift doch ihr Glanz alle übrige Sterne. Sie erscheint nachher noch mehr sichelähnlich erleuchtet und geht wieder zur Sonne, wo sie der Erde am nächsten steht und 61″ im scheinbaren Durchmeßer hat. Nachher wird Venus als Morgenstern vor Sonnen Aufgang sichtbar, und zeigt sich sichelähnlich mit zunehmender Lichtgestalt; 40° von der Sonne gegen Abend glänzt sie abermal am lebhaftesten, bis höchstens 48° entfernt sie sich von derselben, und ist alsdann halb erleuchtet; von da entfernt sich Venus immer weiter von uns, wird daher im schein-

scheinbaren Durchmeßer kleiner, so wie sie sich wieder der Sonne nähert. * Venus zeigt sich die mehreste Zeit, ausgenommen bald vor und nach ihrer obern Zusammenkunft mit der Sonne, mit bloßen Augen bey Tage am Himmel. Um die Zeit ihrer obern Zusammenkunft mit der Sonne steht sie 41800 Erdhalbmeßer von uns; dahingegen ihr Abstand zur Zeit ihrer untern Zusammenkunft mit derselben nur 6700 austrägt.

Anmerk. Das 4te Kupfer in meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels, stellt die verschiedenen Lichtgestalten der Venus während ihren synodischen oder von der Erde betrachteten Umlauf um die Sonne, und ihre scheinbare zu- und abnehmende Größe deutlich vor, imgleichen kommt in diesem Buch auf der 357 u. folg. Seite eine Anweisung vor, die jedesmalige Lichtgestalt der Venus leicht zu finden.

Von der Erde.

§. 417.

Der dritte Planet von der Sonne ist der, den wir bewohnen, welcher in einer Entfernung von 24000 seiner Halbmeßer in 365 Tagen 6 Stunden um die Sonne läuft. Die Umdrehung der Erdkugel, ihre etwas eingedrückte Gestalt und Größe; schiefe Lage ihrer Axe gegen ihre etwas elliptische Laufbahn; verschiedene daher entstehende Stellungen der Theile ihrer Oberfläche gegen die Sonne; Beschaffenheit ihrer Atmosphäre und Erscheinungen in derselben rc. kann schon hinlänglich aus den vorigen Abschnitten bekannt seyn. Die Größe der Erdkugel und vornemlich ihr halber Durchmeßer

meßer ist die Meßruthe, mit welchen der Astronom die Größe und Entfernungen der übrigen Planeten im Sonnensystem ausmißt.

Vom Mond der Erde.

§. 418.

Der beständige Begleiter der Erde auf ihrer jährlichen Reise um die Sonne, der Mond läuft zunächst um die Erde von Abend gegen Morgen in einer Entfernung von etwa 58 ihrer Halbmeßer in 27 Tagen 8 Stunden und ist 50mal kleiner als sein Hauptplanet die Erde. Von dem Unterschied seines periodischen und synodischen Umlaufs, imgleichen von seinen abwechselnden Lichtgestalten nach seinen verschiedenen Stellungen und Entfernungen von der Sonne im Thierkreise ꝛc. ist schon oben §. 368 und 369 geredet worden.

Anmerk. Die Größe des erleuchteten Theils im Monde richtet sich nach den Sinus versus vom Bogen seines Abstandes von der Sonne. Die tägliche Bewegung des Mondes ist etwa 13° und hiernach zeigt die 82ste Fig. wie viel die Mondscheibe an einem jeden Tage vom Neuen bis Vollen Lichte an Erleuchtung zu; und vom Vollen bis Neuen Lichte wieder abnimmt. Z. B. 4 Tage nach den Neumond ist er ohngefehr $4 \times 13 = 52°$ von der Sonne, und so groß ist der Winkel 4co, deßen Sinus versus no (nemlich was der Cosinus cn vom Radius co übrig läßt) die Breite des erleuchteten Theils angiebt, den Halbmeßer co = 1000 Theile gerechnet. Im ersten Viertel 7 Tage nach dem Neumond ist diese Breite dem Halbmeßer co gleich und nachher wird selbige gefunden wenn man vom doppelten Radius den Sinus versus des Abstandes des Mondes von der Sonne abzieht. Als 9 Tage nach den Neumond

Mond ist die Breite $or = 2 \times co - 14r$ denn $14r$ ist der Sinus versus des Winkels von $9 \times 13 = 107^\circ$ oder des Winkels von 73° (§. 15). Der Kreis welcher jedesmal die erleuchtete und dunkle Halbkugel des Mondes trennt, zeigt sich uns in den Vierteln als eine gerade Linie 7. 7. da er senkrecht gegen unser Auge; in allen übrigen Stellungen aber als eine Ellipse, weil er eine schiefe Lage gegen uns hat, wie 7 n 7 für 4 Tage nach dem Neumond. Nur im vollen Lichte liegt er im Rande des Mondes weil wir alsdann senkrecht auf seine Fläche sehen.

§. 419. Die Bahn des Mondes ist nicht kreisförmig sondern elliptisch gestaltet, so daß die Erde in dem einen Brennpunct derselben liegt. Der Punct in welchen der Mond seine größte Entfernung von der Erde erreicht hat, heißt Apogäum (Erdferne), und der, in welchen er am nächsten bey uns ist Perigäum (Erdnähe). In jenem ist sein mittlerer scheinbarer Durchmeßer 29′ 32″ und seine horizontale Parallaxe 54′ 13″, in diesem aber ersterer 32′ 58″ und letztere 60′ 29″. Diese beyden Puncte bewegen sich jährlich 41° von Abend gegen Morgen, und kommen folglich in weniger als 9 Jahren durch den ganzen Thierkreis herum. Dann neigt sich auch die Mondbahn unter einen Winkel von etwa $5\frac{1}{4}^\circ$ gegen die Fläche der Ecliptik und durchschneidet selbige daher, eben so wie die Planetenbahnen (§. 382.) in zween entgegengesetzten Puncten. In diesen sogenannten Knoten der Mondbahn hat der Mond keine Breite; 90° vom ☊ gegen Morgen aber wegen der obigen bemerkten Neigung, seine größte nordliche und 90° vom ☋ seine größte südliche Breite von $5\frac{1}{4}^\circ$. Die Knoten sind eben so wenig als obige zween Puncte der Erdnähe

und Erdferne beständig gegen einen und demselben Punct der Sonnenbahn gerichtet, sondern bewegen sich jährlich um 19° zurück, oder von Morgen gegen Abend, und kommen daher nach 19 Jahren durch alle 12 Zeichen des Thierkreises. Aus diesen Ursachen ist die Lage der Bahn des Mondes gegen die Erde oder gegen die Fläche ihrer Bahn einer beständigen Veränderung unterworfen, und die geschwindere oder langsamere Fortrückung des Mondes, imgleichen sein Durchgang durch die Sonnenbahn wird daher immer in andern Gegenden des Thierkreises beobachtet. Die Wiederkehr des Mondes zu seinem Apogäo oder Perigäo heist ein Anomalistischer Monat und dauert 27 Tage 13 Stund. 18′ 35″, und zu einem seiner Knoten, ein Draconitischer, deßen Dauer 27 Tage 5 Stunden 6′ 56″ ist.

Anmerk. Der Lauf des Mondes erscheint uns übrigens theils wegen der vorhin bemerkten Verrückung seiner Bahn und dann auch wegen der auf ihn gemeinschaftlich wirkenden Anziehungskraft der Erde und Sonne, die bey seiner Nähe leicht merklich wird, sehr ungleich, so daß deßen Berechnung den Astronomen schon lange viel zu schaffen gemacht hat. Die besten und genauesten Mondtafeln hat uns endlich vor 20 Jahren der seel. Tobias Mayer in Göttingen geliefert, wovon nunmehr eine deutsche Ausgabe in der vollständigen Sammlung astronomischer Tafeln, welche die hiesige Königl. Akademie 1776 in drey Octavbänden herausgegeben, zu finden ist.

§. 420. Schon mit bloßen Augen zeigen sich auf der Oberfläche dieses uns am nächsten stehenden Himmelskörpers helle und dunklere Theile. Und bereits durch mittelmäßige Fernröhre stellt er sich über-

überall mit vielen Ungleichheiten, Flecken und großen Vertiefungen dar. Die größten dunkeln Flecke scheinen Ebenen zu seyn, die das Sonnenlicht nicht so lebhaft als der übrige Theil des Mondes zurückwerfen, wie wol sich auch darin Streifen und hie und da Vertiefungen zeigen. Eben deswegen können diese wol nicht Meere seyn, wie man sonst durchgehends glaubte. Viele in den hellern Theilen zerstreuete einzelne Flecken erscheinen als runde Gruben mit einem dunkeln oder hellen Grunde und sind auch oft mit einem Walle eingefaßt. Zur Zeit des vollen Lichtes wird die uns sichtbare Halbkugel des Mondes von den Sonnenstralen senkrecht; im zu und abnehmenden Lichte aber unter schiefen Winkeln erleuchtet, daher verschwinden im ersten Stande alle Schatten welche sich von den Erhöhungen oder Bergen der Sonne gerade gegen über oder innerhalb den Gruben an der der Sonne zugewendeten Seite in allen übrigen Stellungen des Mondes zeigen, folglich sind um die Zeit der Vierteln noch mehrere Flecke im Monde sichtbar und bis auf diese monatliche Veränderungen sind die Mondflecke beständig. Aus den ansehnlichen Höhen und Vertiefungen der Mondoberfläche laßen sich alle Ungleichheiten und die häufig vom hellen abgerißenen erleuchteten Stellen, welche sich im zu- und abnehmenden Mond an der Gränzlinie des erleuchteten Theils zeigen, leicht erklären.

§. 421. Den vornehmsten Mondflecken haben die Astronomen ohnlängst gewiße Namen beygelegt, ihre Lage gegen einander und Lichtschattirungen aus

vielen Beobachtungen bestimmt und so die Gestalt der ganzen uns jederzeit sichtbaren Seite des Mondes verzeichnet. Hevel in Danzig hat besonders den Mond in dieser Absicht fleißig beobachtet und im Jahr 1647 ein ganzes Werk darüber herausgegeben welches er Selenographie nennt, und noch immer die besten Charten vom Monde enthält. Es kommen auch darinn viele Abbildungen des Mondes im zu- und abnehmenden Lichte vor. Hevel gab den Mondflecken Benennungen von Ländern, Meeren und Bergen der Erde; Riccio lus aber legte ihnen nachher Namen der berühmtesten Astronomen und Naturforscher bey. Dieser letztern Methode folgen (vielleicht Kürze halber) anjetzt fast alle Astronomen. Das 11te Blatt der Doppelmayerschen Himmelscharten bildet den Mond nach Hevel und Ricciolus ab. Jene stellt eigentlich vor, wie die Flecken im Vollmond, und diese wie sie im zu- und abnehmenden Lichte sich zeigen. In meiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels bildet das Kupfer Tab. V den Mond im vollen Lichte vier Tage nach dem Neumond und im ersten Viertel ab, auf der 613 Seite kommen die Namen der vornehmsten Flecken nach dem Ricciolus vor.

§. 422. Der Mond wendet beständig ein und dieselbe Halbkugel gegen die Erde, und scheint nur periodisch etwas hin und her zu schwanken, so daß wechselsweise die Flecken mitten auf den Mond gemeinschaftlich nach der einen oder andern Seite rücken, an dem einen Rande Flecken zum Vorschein kommen und die gegenüber stehenden an dem an-

dern

dern Rande verschwinden, welches bereits Galliläus der erste Mondbeobachter durch Fernröhre bemerkte. Diese Schwankung der Mondkugel heißt Libration. Die Astronomen haben aus diesen Erscheinungen durch häufige Beobachtungen gefunden, daß der Mond sich wirklich um seine Axe wälzt und zwar innerhalb 27 Tagen in welchen er seinen Umlauf um die Erde vollführt, und daher der Erde immer nur ein und dieselbe Seite zuwenden muß, welches sich schon daraus abnehmen läßt, daß im Vollmond die uns sichtbare; im Neumond aber die uns unsichtbare Halbkugel gegen die Sonne gekehrt ist, wie bereits die 72 Figur zeigt. Ferner daß deßen Axe mit der Fläche der Ecliptik einen unveränderlichen Winkel von 88° 31′ macht, daß aber die Neigung derselben mit der Fläche seiner eigenen Bahn bis auf $83\frac{1}{4}°$ gehen kann und veränderlich ist indem sich diese Fläche selbst verrückt, daß endlich die Puncte in welchen der Mondäquator die Fläche der Ecliptik berührt mit dem mittlern Ort der Mondknoten übereinkommen. Hieraus, daß nemlich der Mond in seiner Bahn ungleich fortläuft und daß seine Axe sich gegen die Fläche der Ecliptik und der Mondbahn neigt, und aus der Bewegung der letztern, folgt eine Libration sowol in der Länge als Breite, welches die 82 und 83 Figur deutlich machen.

§. 423. In Figur 83 ist AcPd die elliptische Bahn des Mondes (welche aber hier zu mehrerer Deutlichkeit viel länglichter als sie in der Natur ist, vorgestellt wird) in deren einen Brennpunct E die

Erde liegt, und deren andern Brennpunct F die Mondkugel nach der Theorie beständig und genau ein und eben dieselbe Seite zuwendet, inzwischen da sie sich während einen jeden Umlauf einmal um ihre Axe wälzt. Es sey n ein Mondfleck mitten auf der Mondscheibe von F aus gesehen. Steht also der Mond in A oder seiner Erdferne, so ist auch n von der Erde aus gesehen mitten auf den Mond. Kommt der Mond in b und hat sich folglich in Ansehung des Puncts F um den 4ten Theil herumgewälzt, so ist o sein Mittelpunct von E aus betrachtet, und der Fleck n scheint sich von demselben gegen Abend am weitesten entfernt zu haben. In c kommt n dem Mittelpunct wieder etwas näher, und fällt in P wenn der Mond in seiner Erdnähe ist wieder mit demselben zusammen. In d ist n von o nach Osten entfernt, welches in e am merklichsten ist, und in A zeigt er sich wieder im Mittelpunct. Die Weite o n kann bis auf 8° gehen und heißt die Schwankung in der Länge nach welcher z. B. das Mare Crisium im Mond von e nach A bis b sich dem westlichen Mondrande nähert, in dem übrigen Theil der Bahn aber weiter im Mond herein kommt, oder sich vom westlichen Rande entfernet.

§. 424. Die Ursache der Schwankung des Mondes in der Breite und ihre Wirkung zeigt die 84 Figur. Es sey in T die Erde; TE liege in der Fläche der Ecliptik; auf mT welche mit ET den Winkel mTE = $1\frac{1}{2}°$ macht steht die Axe des Mondes ps senkrecht oder mT läuft mit dessen Aequator

ae parallel. Hat nun der Mond seine größte nördliche Breite gegen $5\frac{1}{4}^\circ = BTE$ in B erreicht, so ist c der Mittelpunct deßelben und ein im Aequator a stehender Fleck wird nordwärts von diesem Punct erscheinen, und zwar um $ae = 5\frac{1}{4}^\circ - 1\frac{1}{2}^\circ = 3\frac{3}{4}^\circ$; hingegen 14 Tage nachher hat der Mond in C seine größte südliche Breite von $5\frac{1}{4}^\circ = ETC$, wo c der Mittelpunct des Mondes aus T betrachtet ist und der Fleck a um $5\frac{1}{4}^\circ + 1\frac{1}{2}^\circ = 6\frac{3}{4}^\circ$ nordwärts übern Mittelpunct erscheint. Hiernach muß also z. B. der Fleck Tycho bey nördlicher Breite des Mondes sich vom südlichen Mondrande weiter entfernen; bey südlicher Breite deßelben aber sich diesem Rande nähern. Die größte mögliche Schwankung des Mondes in der Länge geht bis auf 8° (§. 423) und die in der Breite bis auf $6\frac{3}{4}^\circ$, und beyde zusammen genommen verursachen demnach daß sich die Mondflecke über 10° gemeinschaftlich verrücken, welches bey denen die für uns mitten auf den Monde stehen am merklichsten wird, weil da die Grade des Aequators und der Meridiane auf der Mondkugel aus leicht zu zeigenden Gründen am größten in die Augen fallen. Es ist noch eine Schwankung der Mondskugel zu merken, welche bey seinem täglichen Umlauf von der Parallaxe entsteht, und mit dieser eine gleiche Größe hat. Wenn der Mond z. B. auf oder untergeht, scheinen alle Flecke im Mond um aufs höchste 61 Min. im Bogen vom Umkreise des Mondes tiefer zu stehen, welches aber vornemlich an den Rändern, unmerklich ist.

Anmerk. In den Berliner Ephemeriden kommt eine Mondcharte vor, welche die Lage der Meridiane, des Aequators und seiner Parallelen auf der Mondkugel für die Zeit der mittlern Libration, das ist, wenn der Mond aus dem Mittelpunct der Erde gesehen im Apogäo oder Perigäo und zugleich im ☊ oder ☋ steht, abbildet, und hiernach sind alsdenn die Flecken nach ihrer selenographischen Länge und Breite verzeichnet. Dergleichen Mondcharte findet sich auch in Mayers nachgelassenen Schriften 1sten Theil.

§. 425. Ueber die Ursachen warum der Mond der Erde beständig (bis auf die Kleinigkeit seiner Schwankung) ein und dieselbe Seite zuwendet und sich daher in jeden Umlauf einmal um seine Axe wälzt, giebt es verschiedene Erklärungen. Galiläus schrieb dieses einer natürlichen Beziehung oder geheimen Neigung der nach uns gekehrten Seite des Mondes gegen die Erde zu. Beßer erklärte man es nachher aus einer von der anziehenden Kraft der Erde bewirkten größern Schwere der dißeitigen Halbkugel des Mondes. Endlich stellt sich Neuton und de la Grange die Mondkugel nach der Richtung gegen die Erde in einer etwas länglichten Gestalt vor, und daß dieselbe dadurch, ohngeachtet ihrer monatlichen Umwälzung, welche aus der Sonne betrachtet von Abend gegen Morgen geschieht in dieser Richtung gegen uns sich beständig erhalte.

§. 426. Die Höhen der Berge im Monde müßen bey einigen ansehnlich seyn, und in Vergleichung gegen die fast 4mal im Durchschnitt größere Erde die größten Berge derselben übertreffen. Hevel hat gefunden daß es Berge im Monde giebt deren Spitzen schon von der Sonne erleuchtet werden

den, wenn sie auch noch um den 13ten Theil vom Halbmeßer des Mondes von der im ersten oder letzten Viertel mitten übern Mond gehenden Gränzlinie des lichten und dunkeln Theils entfernt liegen, und daher $\frac{2}{3}$ deutsche Meilen senkrecht hoch seyn müßen. Es sey in Fig. 57. o der Mittelpunct des Mondes, bae ein Theil von deßen Oberfläche, ad ein Sonnenstral welcher die Oberfläche des Mondes in den Vierteln in a berührt und die Spitze des Berges d trift; ab die helle und ae die dunkle Seite des Mondes; ad ist nach den Beobachtungen $\frac{1}{13}$ von ao $= 0,07692$ dies ist eine Tangente von aod deren Secante od nach den Tafeln $= 1,00295$ wird hievon der Radius oa $= 1,00000$ abgezogen, so bleibt ed $= \frac{295}{100000} = \frac{1}{338}$stel Theil von oe übrig. Nun ist der Halbmeßer des Mondes $= \frac{3}{11}$ Halbmeßer der Erde $= 235$ Meilen, demnach ed $= \frac{2}{3}$ deutsche Meilen.

§. 427. Ob der Mond eine Atmosphäre habe ist unter den Astronomen noch zweifelhaft. Einige wollen ihr Daseyn aus einem glänzenden Ring schließen der sich um den Mond bey totalen Sonnenfinsternißen gezeigt hat; ferner aus der Beobachtung daß die Planeten wenn sie vom Monde bedeckt werden kurz vor den Eintritt ihre runde Gestalt verlieren, und die Fixsterne bey ihrer Bedeckung eine Weile im Rande des Mondes sich verweilen, wie wol andere dieses nicht bemerken können. Hat der Mond eine Luft so muß sie von einer andern Beschaffenheit wie die unsrige seyn, denn es zeigen sich keine Wolken als von einem Ort zum andern rücken-

Flecken im Monde und die gewöhnlichen Flecken desselben erscheinen jederzeit gleich helle, wenn nicht Dünste in unserer Atmosphäre es verhindern. Die Mondluft müßte demnach ihre Durchsichtigkeit durch aufgestiegene Nebel und Wolken nie verlieren und daher auf diesen Weltkörper ein beständig heiterer Himmel sich zeigen. Vielleicht aber sind unsere besten Fernröhre nicht hinreichend uns die Mondwolken vorzustellen. Da auch ein jeder Punct der Mondoberfläche $14\frac{1}{2}$ Tage beständig von der Sonne erleuchtet und vermuthlich auch erwärmet wird, so kann es seyn, daß die Wolken des Mondes dadurch zerstreuet und in der Nachtseite hinüber getrieben werden, wo bey einer gleichfalls 14 tägigen Abwesenheit der Sonne die kühle Nachtluft sie mehr verdickt und zusammenhält.

Vom Mars.

§. 428.

Hinter der Erde mit ihrem Monde und also in einem größern Abstande läuft Mars seine Bahn in einem Jahr und 322 Tagen um die Sonne. Er ist an 37000 Halbmeßer der Erde von der Sonne entfernt und seine Größe etwa $3\frac{1}{3}$ mal geringer als die Größe der Erdkugel. Caßini beobachtete Ao. 1666 zuerst genauer als vorher, auf der Kugel des Mars dunkle Flecke aus welchen er fand, daß sich dieser Planet in 24 St. 40 Min. um seine Axe dreht, und daß diese auf der Fläche seiner Bahn fast senkrecht steht. Durch die von Maraldi Ao. 1704 an-

ge-

gestellten Beobachtungen wurde diese Umdrehungszeit bestätigt. Die Flecken des Mars sind übrigens sehr groß, obwol nicht allemal deutlich begränzt und verändern oft ihre Gestalt. (S. das 5te Blatt der Doppelm. Charten).

§. 429. Mars erscheint uns die mehreste Zeit nur als ein kleiner Stern, er macht sich aber besonders an seinem feuerrothen Lichte sehr kenntlich Er verändert seine scheinbare Größe sehr merklich, denn wenn er uns bey der Sonne zu stehen scheint, so ist er weit hinterhalb derselben und alsdann hat er nur etwa 4 Secunden im scheinbaren Durchmeßer. Kommt er aber des Nachts um 12 Uhr in Süden, und steht folglich der Sonne gerade gegen über, so nimmt er 30 Sec. im Durchschnitt am Himmel ein. Die Ursache hievon ist, weil er im ersten Falle über 61000 im zweiten aber kaum 13000 Halbmeßer der Erde von uns entfernt ist. Aus §. 374 erhellet schon das Mars zuweilen, nemlich wenn wir ihn 90° von der Sonne sehen nicht völlig rund erscheint, indem er uns einen Theil seiner dunkeln Halbkugel zuwendet, wie wol er alsdann nur die Gestalt wie der Mond 3 Tage vor oder nach dem vollen Lichte hat. Von einem Trabanten des Mars ist bisher nichts bekannt geworden; ob sich gleich wenigstens einer bey demselben vermuthen läßt.

Vom

Vom Jupiter.

§. 430.

Weit jenseits der Marsbahn umläuft in einem Abstande von 126200 Halbmeßern der Erde, Jupiter seine Bahn in 11 Jahren und 313 Tagen um die Sonne. Dieser Planet ist der ansehnlichste unter allen und nach den neuesten Untersuchungen 1478 mal größer als die Erde. Er ist durch diese seine Größe, durch die Streifen welche sich durch Ferngläser auf seiner Oberfläche zeigen, durch seine schnelle Axendrehung und der abgeplatteten Gestalt seiner Kugel, endlich durch seine vier Monde, sehr merkwürdig.

§. 431. Die dunkeln und hellen Streifen, Banden, welche sich beständig, wie wol mit einigen Veränderungen auf dem Jupiter zeigen und mehrentheils parallel unter einander um seine Kugel herum gehen, wurden Ao. 1633 von Fontana und nachher von Hevel, Ricciolus, Grimaldus, Caßini 2c. fleißig beobachtet. Ao. 1664 fand Campani 4 dunkle und 2 helle Streifen im Jupiter. Ao. 1691 sahe man 7 oder 8 öfters sind wenigere zu unterscheiden, durch ein gemeines Fernrohr von 14 Fuß sind diese Streifen gut zu erkennen. Es zeigen sich auch dunkle Flecken auf diesen Planeten, aus deren Verrückung Caßini die Dauer der Umwälzung der großen Jupiterskugel 9 St. 56 Min. fand; und eben dieses brachte Maraldi aus seinen Beobachtungen vom Jahr 1713 heraus. Die Neigung der Axe soll gegen die Fläche der Laufbahn des

des Jupiters etwa 87° austragen. Caßini fand auch noch vor Ao. 1666 zuerst daß dieser Planet eine abgeplattete Figur habe, welches auch nachher andere bemerkten und bereits schon durch ein 14füßiges Fernrohr erkennen läßt. Man hat endlich durch genaue Ausmeßungen das Verhältniß der Länge seiner Axe zum Durchmeßer des Aequators wie 13 zu 14 gefunden, oder daß die Kugel des Jupiters gegen ihre Pole um $\frac{1}{14}$tel eingedrückt sey.

§. 432. Der Jupiter zeigt sich von der Erde aus betrachtet allemal als ein schöner mit einem gelblichen Lichte scheinender Stern. Von einer Lichtabwechselung ist nichts an ihm zu bemerken, weil er in Ansehung der Erde zu weit von der Sonne steht, als daß er gegen uns einen Theil seiner dunkeln Seite wenden könnte, und hat daher beständig volles Licht. Wenn Jupiter bey der Sonne erscheint, so ist er weit jenseits derselben, in einer Entfernung von mehr als 150000 Halbmeßern der Erde von uns, wo sein scheinbarer Durchmeßer 30 Secunden austrägt. Steht er aber der Sonne gerade gegen über und kommt um Mitternacht in Süden, so ist er 49 Secunden groß und in dieser seiner größten Nähe 102000 Erdhalbmeßer entfernt.

Von den vier Trabanten oder Monden des Jupiters.

§. 433.

Diese Jupitersmonde sind Neben-Planeten, welche den Jupiter auf seiner zwölfjährigen Reise

um

um die Sonne begleiten, und inzwischen nach ihren größern oder kleinern Abständen in verschiedenen Zeiten um ihren Hauptplaneten von Abend gegen Morgen herumlaufen. Sie wurden zuerst im Jahr 1610 den 7 Jan. von Galliläus bald nach Erfindung der Fernröhre entdeckt, und Marius wollte dieselben bereits im Nov. des vorhergehenden Jahres gesehen haben, welcher auch zuerst wie wol sehr mangelhafte Tafeln ihres Laufs herausgab. Sie sind bereits durch mittelmäßige Fernröhre von 2 bis 3 Fuß sichtbar. Durch zwölffüßige gemeine Fernröhre oder diesen an Wirkung gleich kommenden Teleskopen und achromatischen Fernröhren aber wodurch sie deutlicher in die Augen fallen, sind schon ihre Verfinsterungen sehr gut zu beobachten, und da diese wie die Astronomen bald einsahen zur Erfindung der geographischen Länge und Breite der Oerter auf der Erdoberfläche, auf eine nähere Art wie bey unsern eigenen Mond dienen können, so haben verschiedene und besonders Caßini und Wargentin keine Mühe gespart die Theorie des Laufes der Jupiterstrabanten immer mehr zu berichtigen und die neuesten Tafeln des letztern nach welchen vornemlich die Verfinsterungen der Trabanten zu berechnen sind, werden anjetzt allgemein für die richtigsten gehalten.

§. 434. Der periodische Umlauf der Jupitersmonde, oder ihre Rückkehr zu einem und dem nemlichen Punct ihrer Bahn; imgleichen ihr synodischer Umlauf oder die Dauer von einer ☌ oder ☍ mit

mit der Sonne zur andern, aus dem Jupiter gesehen, ist nach den neuesten Beobachtungen gefunden.

	Periodischer Umlauf.	Synodischer Umlauf.
Für den Isten	1T. 18St. 27′ 33″	1T. 18St. 28′ 36″
= = IIten	3 13 13 42	3 13 17 54
= = IIIten	7 3 42 33	7 3 59 36
= = IVten	16 16 32 8	16 18 5 7

Aus dem Jupiter betrachtet ist daher die tägliche periodische Bewegung des Isten 6 Zeichen 23° 29′ 20″; des IIten 3 Z. 11° 22′ 29″; des IIIten 1 Z. 20° 19′ 3″; des IVten 0 Z. 21° 34′ 16″. Ferner trägt ihr Abstand vom Jupiter aus, 1) in Halbmeßern deßelben, welches ihr wirklicher und 2) im Bogen welches ihr größter scheinbarer Abstand von der Erde aus gesehen ist, und zwar zur Zeit der mittlern Entfernung des Jupiters von der Erde wenn deßen scheinbarer Durchmeßer auf $37\frac{1}{4}$ Sec. gerechnet wird.

	In Halbmeßern des ♃.	Im Bogen an der scheinbaren Himmelskugel.
I Trabant.	6, 0	1′ 51″
II = =	9, 5	2 57
III = =	15, 1	4 42
IV = =	26, 6	8 16

§. 435. Die 85ste Figur bildet Jupiter mit den Kreisen seiner vier Monde in gehörigen Verhältnißen ab, wenn das Auge über die Fläche der letztern eine senkrechte Entfernung hat. Jupiter steht in der Mitte in H und wirft als eine dunkle Kugel

der

der Sonne die nach C hinaus gesetzt wird, gerade gegen über einen Schatten HE. Der Lauf der 4 Trabanten geht nach der Richtung wie die gezeichneten Pfeile zeigen. Sie erhalten ihr Licht wie Jupiter von der Sonne und werden daher wenn sie hinter ihm kommen oder in der obern ☌ mit der Sonne stehen, das von der Sonne geborgte Licht in seinen Schatten verlieren und eine Verfinsterung leiden, in i in und in e wieder aus den Schatten treten. Dies sind alsdann Mondfinsterniße im Jupiter, die wegen des geschwinden Umlaufs der Trabanten daselbst sehr oft vorfallen, welches wir auf der Erde mit Fernröhre deutlich bemerken können. Gehen hingegen die Trabanten zur Zeit ihrer untern ☌ zwischen dem Jupiter und der Sonne hindurch, so können sie ihren Schatten auf der Oberfläche ihres Hauptplaneten werfen, wie die Figur für den 3ten Trabanten wenn er in n steht zeigt, und Sonnenfinsterniße auf dem Jupiter verursachen, welches sich auch zuweilen beobachten läßt, wobey die Schatten der Trabanten als dunkle runde Flecken über der Scheibe des Jupiters rücken.

§. 436. Wenn die Erde zur Zeit der ☌ oder ☍ des Jupiters mit der Sonne nach C hinaus Fig. 85 oder nach Fig. 80 in C oder D steht, so liegt der Schatten des Jupiters für uns gerade hinter ihm und man sieht einige Tage nach einander so wenig den Eintritt (Immersion) als den Austritt (Emersion) der Trabanten in und aus dem Schatten. Je weiter die Erde von C nach B rückt und Ju-

Jupiter in den Frühstunden sichtbar wird, je mehr ragt der Schatten an der rechten oder Westseite hervor. In B wenn Jupiter um 6 Uhr Morgens culminirt ist dies am merklichsten. Linien von der Sonne und Erde nach dem Jupiter formiren alsdann den Winkel CHB Fig. 85, welcher bis 11° austrägt und Jupiter wird von uns nach D am Himmel gesehen. Läuft die Erde von B bis D Fig. 80. so rückt der Schatten wieder nach und nach hintern Jupiter. Nach der ☍ in D kommt die Erde gegen A und der Schatten fängt an sich linker Hand oder ostwärts am Jupiter zu zeigen. In A wenn Jupiter um 6 Uhr Abends culminirt ist die Hervorragung deßelben am stärksten wir sehen ihn nach Fig. 85 nach der Richtung AHF; und der Winkel AHC welcher auch die Parallaxe der Erdbahn heißt ist abermal etwa 11 Grad. Läuft endlich die Erde von A nach C Fig. 80. so kömmt der Schatten wieder hinter dem Planeten. Aus der 85 Figur läßt sich nun beurtheilen, daß von der ☌ bis zur ☍ nur die Eintritte; von der ☍ bis zur ☌ aber nur die Austritte der Trabanten sichtbar sind, weil der übrige Theil des Schattens hintern Körper des Jupiters bleibt und im ersten Falle die Aus- in dem andern die Eintritte daselbst geschehen. Dies gilt wenigstens in allen Stellungen der Erde für den 1 und 2ten Trabanten. Von den 3ten und 4ten aber werden vornemlich, wenn die Erde in der Gegend bey B oder A kommt, so wol die Ein- als Austritte gesehen, und ob dies auch um C und D herum geschehen kann, hängt von der jedesmaligen

Lage der Kreise dieser Trabanten gegen die Fläche der Eclirtik und Jupitersbahn ab.

§. 437. Die Fläche der Bahn des Jupiters neigt sich mit der Fläche der Erdbahn unter einen kleinen Winkel von 1° 19′ (§. 384.) und mit der letztern macht die Fläche der Bahn des I. II. und III. Trabanten einen etwas verschiedentlichen Winkel von $3\frac{1}{3}$°; des IVten aber von $2\frac{1}{2}$°. Hieraus folgt daß die Fläche in welcher das System des Jupiters liegt, sich nur wenig gegen unser Auge neigt, und wir daher die Trabanten immer mit dem Jupiter zu beyden Seiten größtentheils in einer geraden Linie sehen auch daß ihr kreisförmiger Umlauf als eine dem Sinus ihrer zurückgelegten Bögen proportionale Annäherung und Abrückung vom Jupiter beobachtet wird (§. 36.), oder daß sie wenigstens nur sehr schmale Ellipsen um den Jupiter zu beschreiben scheinen müßen, deren Lage sich nach Fig. 86. für eine jede Zeit ergiebt, wenn man weiß, daß der ☊ der Bahnen im 14° ♒ und folglich der ☋ im 14° ♌ gefunden worden. In dieser Figur ist AB ein Theil der Bahn des Jupiters C in deßen Fläche das Auge nach der Richtung der Knotenlinie seiner Trabanten sich befindet, so daß der 14° ♌ jenseits; der 14° ♒ aber dißeits C liegt; nm wird alsdann der Durchschnitt der Fläche des 4ten und o r der drey übrigen Trabanten seyn. Hieraus folgt nun, daß die Trabanten wenn ♃ im 14° ♌ und ♒ steht, so wol vor als hinter ihm in geraden Linien durch seinen Mittelpunct rücken; wenn ♃ in 14° ♉ erscheint, am weitesten

offene

offene Ellipsen beschreiben, deren Hälfte hintern ♃ in Ansehung der Erde und Sonne nordlich über seinen Mittelpunct und vor dem ♃ Südlich unter denselben liegen, und daß wenn ♃ im 14° ♏ kommt, das Gegentheil statt findet. Die 87ste Figur zeigt noch, wie weit ein jeder Trabant zur Zeit da ♃ im 14° ♉ oder ♏ ist, nordlich oder südlich dem Mittelpunct des ♃ oder seines Schattens c vorbey gehen kann; da acb die Bahn des ♃ und 1. 1; 2. 2; rc. der Weg der Trabanten ist, woraus folgt, daß der 4te alsdann den Schatten unverfinstert vorbey geht. Da unser Auge nicht genau in der Fläche der Jupitersbahn liegt, so werden dadurch die scheinbaren Ellipsen in welchen die Trabanten fortrücken, nach den verschiedenen Stellungen deßelben etwas enger oder weiter von uns beobachtet, welches aber nur wenig austrägt.

§. 438. Durch ein Modell vom System des Jupiters (Jovilabium) laßen sich die Stellungen der Trabanten von der Erde aus betrachtet, für eine jede Zeit leicht finden. Um ein solches Jovilabium zu verfertigen werden nach einem beliebigen Maaßstabe, den Halbmeßer des ♃ = 1 gerechnet, die Bahnen der Trabanten nach §. 434. auf Chartenblätter beschrieben und ausgeschnitten. Hierauf wird auf einem Brette mit einem beliebigen größern Halbmeßer als den vom 4ten Trabanten ein Kreis für die Ecliptik beschrieben und diese gehörig in Zeichen und Graden abgetheilt. Die Mittelpuncte obiger Scheiben von Chartenblätter werden vermittelst eines Stifts mit den Mittelpunct der Ecliptik verei-

 nigt,

nigt, so daß sie sich um denselben umdrehen laßen und ihre Ränder hierauf nach den Jovicentrischen täglichen Bewegungen eines jeden Trabanten (§. 434.) abgetheilt, im Mittelpunct wird ♃ verzeichnet und über dem Stift noch zwey schmale Regeln, eine für die Gesichtslinie der Erde zum ♃ und die andere für die von der Sonne zum ♃ gehende Linie, welche hintern ♃ die Lage des Schattens bestimmt. Um nun die Stellung der Trabanten für eine gewiße Zeit zu finden wird ihre Länge aus dem Jupiter gesehen aus den Tafeln genommen, die sich unter andern in der Berliner Sammlung astronomischer Tafeln befinden, und ein jeder Trabant vermittelst einer der Regeln auf den gehörigen Ort seiner Bahn geschoben. Nachdem dies geschehen wird ohne Verrückung der Scheiben, die eine Regel nach dem heliocentrischen und die andere nachdem geocentrischen Ort des ♃ gerichtet, und das Jovilabium ist richtig gestellt.

§. 439. Gesetzt es stünde nun nach Figur 85 der 1ste Trabant in a, der 2te in b, der 3te in c und der 4te in d aus dem Jupiter betrachtet; CE sey die Regel für den Schatten und AHF die für eine von der Erde zum Jupiter gehende Gesichtslinie, so wird die senkrechte Entfernung der Trabanten von dieser letztern Linie gemeßen und vom Mittelpunct einer gehörig großen Scheibe die den Jupiter vorstellt auf eine oder die andere Seite getragen ihren Stand von der Erde aus gesehen richtig angeben. Nach der 85 Fig. würde der 4te, 1ste (beyde nahe zusammen) und 3te Trabant an der linken oder

Ost-

Ostseite, der 2te aber an der rechten oder Westseite des Jupiters erscheinen. Giebt man dabey noch Acht wie die Knotenlinie der Trabantenbahnen gegen AF oder CE liegt, so läßt sich beurtheilen ob die Trabanten unter oder über den Mittelpunct des Jupiters oder der Fläche seiner Bahn stehen. Auf diese Art ist in den Berliner Ephemeriden für eine gewiße Stunde einer jeden Nacht die Stellung der Trabanten verzeichnet, wovon die 88 Figur ein Beyspiel für den 3. 4. und 5ten Feöruar 1780 um 5 Uhr Morgens liefert, wie sie am Himmel erscheinen da nach O Osten und nach W Westen ist. Die Puncte zeigen die Trabanten zu folge der beygesetzten Zahlen an, diese letztern stehen zugleich auf der Seite nach welcher der Trabant hinrücken wird. Noch ist nach der 85 Fig. zu beurtheilen, daß die Trabanten wenn sie von uns an der Ostseite des Jupiters gesehen werden und sich ihm nähern, oder an der Westseite sich von ihm entfernen in der gegen die Erde liegenden Hälfte ihrer Bahnen laufen. Hingegen wenn sie sich an der Ostseite entfernen und an der Westseite nähern, in der obern Hälfte ihrer Bahnen sich aufhalten. Gesetzt auch der 3te Trabant stünde zugleich anstatt in c in n, so wäre die Möglichkeit da, wenn nemlich sein Abstand von der Jupitersbahn nicht zu groß ist, daß er seinen Schatten auf den Jupiter werfen könnte; allein von der Erde aus würde er doch zugleich neben dem Jupiter zur rechten oder nach m hinaus sich zeigen, und hieraus folgt, daß wenn der Schatten eines Trabanten auf dem Jupiter in der untern ♂ oder

wenn er zwischen ♃ und Sonne steht, fallen kann, dieser von der ☌ bis zur ☍ des ♃ mit der Sonne früher; von der ☍ aber bis zur ☌ später als der Trabant selbst von der Erde aus gesehen auf der Scheibe des ♃ beobachtet wird.

§. 440. Die Trabanten des Jupiters zeigen auch bey ansehnlichen Vergrößerungen in großen Fernröhren noch keinen so merklichen scheinbaren Durchmeßer daß derselbe mit einem dazu dienlichen Instrument auszumeßen wäre. Maraldi hat unterdeßen nach Beobachtungen der Vorübergänge der Trabanten vor der Jupitersscheibe zur Zeit ihrer untern ☌ gefunden, daß der 3te welcher der größte ist $\frac{1}{18}$; die drey übrigen aber $\frac{1}{20}$ vom Durchmeßer des Jupiters halten. Da nun Jupiter über 11mal größer im Durchschnitt als die Erdkugel ist, so folgt, daß der Durchmeßer der Trabanten etwa die Hälfte vom Durchmeßer der Erde haben und daß diese daher nur 8mal kleiner als die Erde seyn werden. Noch ist anzumerken, daß die Trabanten ohnerachtet sie immer gegen uns ihre ganz erleuchtete Seite wenden dennoch nicht allemal gleich helle erscheinen, auch daß ihre Schatten auf dem Jupiter zuweilen größer als sie selbst sich darstellen, woraus sich folgern läßt, daß diese Monde sich um ihre Axe drehen und auf ihrer Oberfläche mehr oder wenigere dunkle Flecke haben müßen, und daß sie nachdem der Erde eine hellere oder dunklere Seite zugekehrt ist, bald größer bald kleiner sich zeigen.

Vom Saturn.

§. 441.

Der entfernteste Planet von der Sonne den wir kennen, Saturn, umläuft in einem fast doppelten Abstande wie Jupiter von mehr als 231400 Halbmeßer der Erde, seine weite Laufbahn um die Sonne, welche er erst in 29 Jahren und 157 Tagen vollendet. Er übertrift nach der besten Ausrechnung die Größe unserer Erdkugel 1030mal. Weil sich auf der Oberfläche des Saturns wegen der großen Entfernung deßelben von uns keine Flecken unterscheiden laßen, so ist die Umdrehungszeit seiner Kugel unbekannt, wie wol Huygen dieselbe aus andern Gründen auf 10 Stunden berechnet hat. Die fünf Monde welche beständig den Saturn begleiten und der um denselben frey schwebende Ring den kein anderer Planet hat, machen diesen Planeten sehr merkwürdig.

§. 442. Saturn erscheint uns Erdbewohnern als ein ziemlich kenntlicher mit einem bleich röthlichem Lichte scheinender Stern. Die Erdbahn ist gegen seine Laufbahn viel zu klein als daß er uns auch da wo ihre jährliche Parallaxe, nemlich wenn ♄ 90° von der Sonne erscheint, am größten ist, (diese letzte trägt nur etwa 5° aus) einen Theil seiner dunkeln Seite zuwenden könnte und seine Lichtabwechselung ist daher ganz unmerklich. Wenn Saturn um die Mitte der Nacht culminirt, so ist er uns am nächsten und zeigt sich etwas größer als wenn er nahe bey der Sonne steht. Im ersten

Falle ist sein scheinbarer Durchmeßer $15\frac{1}{2}$ Secunden und seine Entfernung von der Erde 207000 Erdhalbmeßer, im andern aber sein scheinbarer Durchmeßer $21\frac{1}{2}$ Sec. und seine Entfernung über 255000 Erdhalbmeßer.

Vom Ringe des Saturns.

§. 443.

Dies ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen welche man mit Hülfe der Fernröhre am Himmel entdeckt hat. Gallilåus sahe Ao. 1612 zuerst etwas an beyden Seiten der Kugel des Saturns wie wol wegen seiner unvollkommenen Fernröhre undeutlich, woraus er diesen Planeten für dreyfach hielt, allein da er ihn nachher wieder völlig rund erblickte verfolgte er nicht weiter diese Beobachtung. Gassendi kündigte 30 Jahr hernach abermal an, daß Saturn zuweilen zwey runde Körper bey sich habe, welche oft länglicht erschienen, sich auch von der Kugel des Planeten absonderten rc. Ueber alle diese Erscheinungen konnten die Astronomen im vorigen Jahrhundert keine richtige Erklärung geben, und selbst Hevel sahe durch seine Fernröhre nichts deutlichers von diesen Handhaben oder Aermen des Saturns, wie sie damals hießen, und setzte nur in einem hierüber Ao. 1656 herausgegebenen Werke sechs unterschiedene Gestalten derselben fest, ohne ihre Ursache zu bestimmen. Endlich kam Huygen und erklärte um das Jahr 1660 alle veränderliche Erscheinungen des Saturns daraus, daß ein ziemlich

sich breiter aber wenig dicker Ring in einem gewißen Abstande mitten um die Kugel des Saturns frey schwebe, welcher von allen Puncten seiner Oberfläche gleich weit entfernt sey, eine beständige paralele Richtung nach einer Gegend des Himmels hinaus habe, und daß dieser wie Saturn selbst von der Sonne erleuchtet werde, und folglich für sich kein Licht habe. Dieses haben alle Beobachtungen der neuern Astronomen bestätigt und genauer bestimmt.

§. 444. Der Durchmeßer des Ringes verhält sich zum Durchmeßer der Saturnskugel wie 7 : 3 woraus folgt, daß er zur Zeit der Erdnähe des Saturns 50 Sec.; zur Zeit der Erdferne deßelben aber 36 Sec. im scheinbaren größten Durchschnitt habe, und Saturn kann uns daher wenn er am besten zu Gesicht kömmt als ein etwas hellerer Stern erscheinen. Der Abstand des Ringes von der Kugel des Saturns ist ohngefehr der Breite deßselben gleich. Man sieht ihn schon durch gute mittelmäßige Fernröhre. Ein gemeines Fernrohr von etwa 12 Fuß oder ein gleich viel vergrößerndes Teleskop rc. stellt ihm sehr deutlich in seiner mehrentheils elliptisch erscheinenden Gestalt dar. Man erblickt zuweilen den Saturn völlig rund und ohne Ring; einige Zeit nachher fängt er an sich als eine gerade Linie zu beyden Seiten deßelben zu zeigen, dann geht er offen und erscheint als ein Paar Handhaben welche nach $7\frac{1}{2}$ Jahren am weitesten offen sind und etwa die Kugel des Saturns einfaßen. Von da werden sie wieder enger und

14 bis 15 Jahr nach der ersten Erscheinung ist Saturn abermal ohne Ring zu sehen. Nach Verfließung von $7\frac{1}{2}$ Jahren ist er wieder am weitesten offen folglich am besten zu sehen, und nachher wird er wieder gegen das Ende des 30jährigen Umlaufs des Saturns als eine gerade Linie gesehen.

§. 445. Daß der Ring ein dunkler und fester Körper sey der von der Sonne erleuchtet wird, wird durch einen Schatten erwiesen der sich zuweilen auf der Kugel seines Planeten zeigt. Er wirft auch daher das erborgte Sonnenlicht auf den Saturn zurück. Seine Fläche neigt sich unter einem beständigen Winkel von etwa $31\frac{1}{2}^{\circ}$ mit der Fläche der Ecliptik, er wird daher immer nur schief von der Sonne erleuchtet und kann auch uns daher nicht anders als eine Ellipse erscheinen. Die Fläche des Ringes behält, wie die bisherigen Beobachtungen geben, eine unter sich parallele Lage durch die ganze Laufbahn des Saturns; woraus folgt, daß dieselbe erweitert während einem 30jährigen Umlauf des Saturns, zweymal durch die Sonne gehen muß, wo alsdann der Ring nur der Dicke nach erleuchtet wird, welche aber zu geringe ist, als daß wir selbige noch bemerken könnten und der Ring unsichtbar wird, oder kurz vor und nachher als eine gerade Linie erscheint. Diese zween Puncte in welchen die Fläche des Ringes die Fläche der Ecliptik durchschneidet kann man die Knoten des Ringes nennen. In allen übrigen Stellungen des Saturns wird entweder die obere oder untere Fläche des Ringes unter einen schiefen Winkel von der

Son-

Sonne erleuchtet welcher 90° von den Knoten am größten nemlich von $31\frac{1}{2}°$ ist und uns den Ring am weitesten offen sehen läßt. Durch den Mittelpunct des Saturns oder des Ringes kann man sich eine Axe senkrecht auf des letztern Fläche vorstellen, welche am Himmel hinaus verlängert die Pole des Ringes bezeichnet. Der Nordpol fällt nach den Beobachtungen aus der Sonne betrachtet gegen den 17° ♊ und $58\frac{1}{2}°$ nordl. Breite, und daher der Südpol gegen den 17° ♐ und $58\frac{1}{2}°$ südl. Breite. Demnach liegen die Knoten in der Fläche der Ecliptik im 17° ♓ und ♍.

§. 446. Könnten wir den Ring des Saturns aus diesen seinen Polen betrachten, so würde er sich wie die 89ste Fig. abbildet zeigen. So aber liegt er allemal sehr schief gegen unser Auge und muß sich daher in einer elliptischen Gestalt darstellen, deren periodische Veränderungen die 94ste Fig. erklärt. Es sey in S die Sonne; cdef die Bahn der Erde und ABCD die auf die Fläche der Ecliptik reducirte Bahn des Saturns. Von der Sonne aus betrachtet liegen nach A und C hinaus die Knoten des Ringes, und nach B und D hinaus die 90° von denselben entfernte Puncte, und für diese vier Hauptstellungen ist Saturn in seiner Bahn verzeichnet; ab ist der größte uns erscheinende Durchmeßer des Ringes, welcher in allen Puncten der Bahn des Saturns einen Winkel von $31\frac{1}{2}°$ mit der Ecliptik macht. Nach n ist deßen Nord- und nach s deßen Südpol, die Axe ns neigt sich unter den Winkel von $58\frac{1}{2}°$ mit der Ecliptik, so daß man

sich

sich den Theil nach n um so viel über und den nach s um so viel unter der Fläche des Papiers geneigt vorstellen muß. Diese Axe bleibt immer gegen eine Himmelsgegend nemlich nach den 17° ♊ und ♐ gerichtet. Steht also Saturn in A im 17° ♓ so geht die Fläche des Ringes durch die Sonne, er wird nur der Dicke nach erleuchtet, und in der Stellung wie Fig. 90 zeigt erscheinen; ist aber zu dünne um alsdann noch von der Erde gesehen zu werden. Rückt Saturn in ♈ ♉, so fängt die Sonne an die südliche Fläche des Ringes zu erleuchten, welche sich immer mehr gegen unser Auge erhebt, so daß der nordliche Theil des Ringes vor der Kugel des Saturns über deren Mittelpunct und der südliche hinterhalb derselben untern Mittelpunct erscheint. Im 17° ♊ oder in B 90° vom Knoten ist diese Erhebung am größten und der Ring erscheint am weitesten offen wie Fig. 91 zeigt, wobey in seiner elliptischen Gestalt das Verhältniß der großen Axe zur kleinern etwa wie 1000 : 521 statt findet der Nordpol ist von der Sonne ab- der Südpol aber derselben zugewendet. Von da nimmt die Sichtbarkeit des Ringes wieder durch ♋ ♌ ab oder er wird immer enger. In C oder 17° ♍ wendet er abermal seine Fläche gegen die Sonne und ist unsichtbar wie Figur 92 zeigt. Nachher fängt die Sonne an die nordliche Fläche des Ringes immer mehr zu erleuchten, so wie Saturn in ♎ ♏ fortrückt und der Ring wird wieder sichtbar, indem sich unser Auge über deßen Fläche erhebt. In D oder 17° ♐ ist der Ring wieder am weitesten offen,

wie

wie Fig. 93 zeigt. Der Nordpol ist hier vor und der Südpol hinter der Kugel, daher steht der nördliche Theil des Ringes jenseits über und der südliche dißeits unter dem Mittelpunct der Kugel. Endlich wird der Ring wieder nach und nach enger je mehr Saturn im ♑ ♒ fortrückt.

§. 447. Bisher ist die Erscheinung und Verschwindung des Ringes von der Sonne aus betrachtet. Von der Erde aus gesehen kann aber der Ring außer der Ursache wenn die Sonne in seiner Fläche liegt noch aus zwey andern Ursachen unsichtbar werden. Diese Fläche kann entweder durch die Erde oder zwischen Erde und Sonne hindurch gehen. Im ersten Falle muß er für uns völlig unsichtbar seyn; im zweiten ist die von der Sonne abgewendete und folglich dunkle Seite des Ringes der Erde zugekehrt, und er kann daher gleichfalls nicht zu Gesicht kommen. Beydes geschieht allemal kurz vor und nach der Zeit da die Fläche des Ringes durch die Sonne gehet. Wenn nach Fig. 94 ♄ in G und die Erde in e ist, so ist die Fläche des Ringes gegen uns gekehrt; steht aber alsdann ♄ zwischen G und A, so liegt die Fläche seines Ringes zwischen e und S und wir haben etwas von der dunkeln Seite des Ringes gegen uns. Dies kann sich beydes gleichfalls mittlerweile zutragen, indem die Erde von d nach e oder von e nach f, und ♄ von G gegen A anrückt. Ist die Erde in c und ♄ in H so kehrt der Riug uns seine Fläche oder ist ♄ alsdann zwischen A und H ein Theil seiner dunkeln Seite zu, und eben so kann dies geschehen während

der

der Zeit da die Erde von f nach c oder von c nach d rückt. Gleiche Erscheinungen zeigt der Ring von der Erde aus betrachtet wenn ♄ in der Gegend C kommt. Daher giebt es Jahre in welchen der Ring wechselsweise sichtbar, dann wieder unsichtbar wird. Noch ist zu merken, daß die Neigung der Saturnsbahn gegen die Fläche der Ecliptik oder die daher entstehende Breite des Saturns; die mehr oder minder offene Gestalt des Ringes etwas verändern kann. In ☊ ☋ ist die Knotenlinie der Saturnsbahn, und daher liegt die Hälfte ☊ K ☋ etwas über und die andere ☋ I ☊ um eben so viel unter der Fläche des Papiers. In K hat ♄ seine größte nordliche und in I seine größte südliche Breite. In jener Gegend muß daher so wol wie in dieser der Ring etwas verengert werden, wie sich aus Figur 93 und 91 abnehmen läßt.

Anmerk. In meiner Anleitung ꝛc. zeigt das 4te Kupfer die Gestalt des Ringes vom Saturn im Anfange eines jeden Zeichens. S. auch Doppelm. Himmelscharten 5tes Blatt. Läßt man in einem Modell vom Sonnensystem um die Kugel die den Saturn vorstellt einen Ring in gehöriger Gestalt und Größe verfertigen, neigt diesen unter dem bekannten Winkel mit der Fläche der Ecliptik und erhält deßen Fläche in einer beständig parallelen Lage, so werden die Erscheinungen deßelben sehr sinnlich.

§. 448. Die Größe dieses körperlichen Ringes der den Saturn freyschwebend umgiebt ist bewundernswürdig. Er hat mehr als $23\frac{1}{2}$ Erdkugeln oder über 40000 Meilen im Durchschnitt, und seine Breite trägt 5800 Meilen aus. Seine Dicke ist hiergegen geringe und daher in der großen Entfernung

nung dieses Planeten von uns nicht zu erkennen, wirft auch vielleicht das Licht der Sonne nicht lebhaft genug zurück. Einige wollen bemerkt haben daß der Ring nach innen zu oder gegen den Saturn heller sey, auch daß sich auf seiner Oberfläche Kreise zeigen als wenn er aus mehrern concentrischen Ringen zusammen gesetzt wäre. Seinen Ursprung muß er vermuthlich nach den vom Schöpfer in die Natur aller Körper gelegten Schwer- und Fliehkräften vom Saturn genommen haben. Da der Ring sehr geschickt ist das Licht der Sonne auf der Kugel seines Planeten zurück zu werfen, so würde uns die wohlthätige Absicht des Urhebers der Natur dabey ohnfehlbar noch mehr einleuchten, wenn wir die Lage des Ringes gegen die Pole des Saturns oder die Neigung der Axe des Saturns gegen seine Laufbahn wüßten.

Von den fünf Trabanten des Saturns.

§. 449.

Diese fünf Monde welche den Saturn auf seiner 30jährigen Reise um die Sonne begleiten und alle außerhalb dem Ringe um ihn in verschiedenen Zeiten laufen, sind nur durch große Fernröhre oder vollkommene Teleskope und achromatische Gläser alle auf einmal zu erkennen. Der 4te ist der größte und bereits durch ein gemeines Fernrohr von 12 Fuß sichtbar. Er wurde auch zuerst von Huygen im Jahr 1655 entdeckt. Erst 16 Jahr hernach sahe Caßini den 5ten mit einem Fernrohr von 17 Fuß

Fuß; am Ende des folgenden 1672sten Jahres fand er auch den 3ten mit Fernröhren von 35 und 70 Fuß und machte hierauf seine Beobachtungen bekannt. Endlich entdeckte er noch 12 Jahr hernach nemlich Ao. 1684 die beyden innern oder den ersten und zweiten mit Fernröhren von Campani davon das größte 136 Fuß lang war. In England zweifelte man noch über 30 Jahr an der Richtigkeit dieser Caßinischen Entdeckungen, bis Ao. 1718 Pound ein 123 Fuß in der Brennweite habendes Huygenianisches Glas gegen den Saturn aufstellte, und ihn dadurch von fünf Trabanten begleitet zum erstenmal erblickte. Seit dem die Teleskope und achromatische Fernröhre erfunden worden braucht man nicht so lange Fernröhre um diese Saturnsmonde zu sehen. Herr Wargentin versichert sie alle durch ein 10füßiges Dollondisches oder achromatisches Fernrohr gesehen zu haben.

§. 450. Nachdem die Trabanten des Saturns entdeckt worden haben Huygen, Caßini und andere, Tafeln ihres Laufs geliefert, die aber größtentheils nur dazu dienen um die Trabanten jedesmal zu erkennen oder ihre Stellungen von der Erde aus betrachtet zu finden, indem selbige nur die mittlere Saturnicentrische Bewegung enthalten. Man kann sich nach denselben auf eben die Art wie oben für die Jupiterstrabanten gezeigt worden, ein Saturnilabium verfertigen. Von den Verfinsterungen dieser Monden die auf eine ähnliche Art wie bey jenen statt haben, nur daß sie wegen der größern Neigung ihrer Bahnen gegen die Fläche

der

der Ecliptik seltener vorfallen, ist bisher meines Wißens nichts berechnet worden, indem sie wegen der großen Entfernung des Saturns schwer zu beobachten sind um ihren ungleichen Lauf zu bemerken, und sich daher keine Gelegenheit findet eine Theorie dieser Finsterniße festzusetzen.

§. 451. Aus dem Saturn betrachtet ist die Zeitdauer des periodischen Umlaufes der fünf Trabanten von Abend gegen Morgen, imgleichen ihre tägliche Bewegung von Caßini folgendermaaßen gefunden:

	Periodischer Umlauf.				tägl. Bewegung.			
Der Iste in	1 T.	21 St.	18′	27″	6 Z.	10°	41′	51″
⸗ II ⸗	2	17	44	22	4	11	32	5
⸗ III ⸗	4	12	25	12	2	19	41	25
⸗ IV ⸗	15	22	34	38	0	22	34	37
⸗ V ⸗	79	7	47	0	0	4	32	18

Ihre Entfernung vom Mittelpunct des Saturns ist nach Caßini:

	In Halbmeßern des ♄.	In Halbmeßern des Ringes.	größte scheinb. Entfern. v. d. Erde aus betrachtet wenn der Halbmeßer d. Ringes 22½″ erscheint
I	4, 50	1, 93	0′ 43½″
II	5, 76	2, 47	0 56
III	8, 05	3, 45	1 18
IV	18, 67	8, 00	3 0
V	54, 20	23, 23	8 42½

Die vier ersten Trabanten bewegen sich in der Fläche des Ringes und ihre Bahnen neigen sich daher

eben so wie bey diesem unter einem Winkel von $31\frac{1}{2}°$ mit der Ecliptik. Ihr aufsteigender Knoten muß folglich auch etwa gegen 17° ♍ und der niedersteigende gegen 17° ♓ gerichtet seyn. Der Vte Trabant läuft aber in einer Bahn die sich gegen die Fläche der Ecliptik nur um 15° neigt. Ihr aufsteigender Knoten geht nach 5° ♍ und der niedersteigende nach 5° ♓.

§. 452. Die 95ste Figur bildet die Bahnen der Saturnstrabanten im gehörigen Verhältniße ab. Die Richtung ihres Laufs geht wie die Pfeile zeigen. Saturn wirft wie ♃ der Sonne die hier nach C hinaus gesetzt wird einen Schatten gegen E. Zur Zeit der ☌ und ☍ des ♄ mit der Erde sehen wir ♄ nach der Linie CE wo der Schatten gerade hinter seiner Kugel liegt. Steht aber ♄ 90° von der Sonne gegen Abend oder culminirt früh um 6 Uhr, so wird er von uns nach Bn und wenn er 90° von der Sonne nach Osten steht und eben dies des Abends um 6 Uhr geschieht nach Am gesehen. Im ersten Fall zeigt sich etwas vom Schatten an der Kugel auf dem hintern Theil des Ringes zur rechten und im andern zur linken. Der Winkel den die Linie Am und Bn mit CE am Mittelpunct des Saturns machen trägt nur 5° aus, und ist die größte Parallaxe der Erdbahn für den Saturn. Die Figur zeigt auch die Lage der Knotenlinie für den 5ten und für die 4 innern Trabanten, woraus nach dem was oben gesagt worden zu erkennen ist, daß wenn ♄ im 17° ♍ und ♓ erscheint die 4 ersten, und wenn dieser Planet im 5° eben dieser Zeichen steht

der

der 5te Trabant in einer geraden Linie sich hinter und vor den Saturn bewegen. Hingegen in allen übrigen Gegenden mehr oder minder offene Ellipsen um den Saturn beschreiben, die wenn ♄ im ♐ und ♊ steht am weitesten offen erscheinen, so daß alsdann die Trabanten sämtlich, vornemlich aber die äußern wegen der ansehnlichen Neigung ihrer Bahnen dem Saturn in einer ziemlichen Entfernung Nord- und Südwärts vorbeygehen, und sich also in einer ganz andern Stellung als die Trabanten des Jupiters um den Saturn darstellen müßen.

§. 453. Von der wahren Größe der Saturnsmonde läßt sich wenig zuverläßiges sagen, weil ihre scheinbaren Durchmeßer auch durch die vollkommensten Fernröhre für uns viel zu klein sind, als daß sie könnten ausgemeßen werden. Unterdeßen könnte selbige noch immer ansehnlicher seyn als sich aus ihrer scheinbaren folgern ließe, da es sehr wahrscheinlich ist, daß wir diese Monde blos deswegen so schwer erkennen können weil sie uns aus ihrer großen Entfernung nur ein von der Sonne erborgtes schwaches Licht zuwerfen. Sie erscheinen auch nicht immer gleich helle, woraus folgt daß sie sich um ihre Axe wälzen müßen oder daß Veränderungen auf ihren Oberflächen vorgehen, ja einige sind sogar nicht allemal sichtbar. Die beyden innern sind kaum durch 40füßige gemeine Fernröhre zu erkennen. Den 3ten sieht man nur zuweilen während seinen ganzen Umlauf. Der 4te ist der größte und am leichtesten zu finden (§. 449). Der 5te ist wenn er seinen größten westlichen Abstand vom Saturn

erreicht grösser wie die drey erstern; zuweilen aber ist er sehr klein und oft verschwindet er so gar an dieser Seite gänzlich.

Vermuthung mehrerer Planeten im Sonnensystem.

§. 454.

Die bis jetzt betrachteten sechs Haupt- und zehn Nebenplaneten machen außer den Kometen wovon in einem der folgenden Abschnitten besonders gehandelt wird, unser Sonnensystem aus, so viel wir nemlich von denjenigen Planetischen Kugeln die mit uns sich gemeinschaftlich um die Sonne schwingen, kennen. Denn ist es wol glaublich daß uns keine derselben mehr unbekannt seyn sollten, da wir erst seit kaum 170 Jahren die Jupiters und seit weniger als 100 Jahren die Saturnsmonde mühsam durch Fernröhre entdeckt haben. Sollte wirklich Saturn die äußersten Gränzen unserer Sonnenwelt bezeichnen? Hieran ist zu zweifeln wenn man die großen Räume überdenkt die noch zwischen ihm und den nächsten Fixstern vorhanden seyn müssen, wovon in der Folge das nähere vorkommt. Es können noch verschiedene Planeten jenseits der Saturnsbahn immer von uns ungesehen um die Sonne laufen. Innerhalb der Bahn des Merkurs kann ich mir keinen noch unbekannten Planeten in einer größern Nähe wie dieser gedenken; allein wenn man die oben (§. 381.) bemerkten verhältnismäßigen Abstände der bekannten sechs Planeten von der Son-

Sonne ansieht, so ist auf einmal zwischen Mars und Jupiter ein in Vergleichung mit den Abständen von ☿ ♀ ♁ und ♂ so großer Raum welchen noch ein Planet einzunehmen scheint.

§. 455. Dies läßt sich auch nach einer gewißen Progreßion welche alle Planeten unter sich in ihren Entfernungen von der Sonne beobachten, als wahrscheinlich folgern: Giebt man den Abstand des ♄ von der Sonne 100 Theile eines gewißen Maaßstabes so ist ☿ von der Sonne entfernt 4

♀	4 + 3 =	7
♁	4 + 6 =	10
♂	4 + 12 =	16
Nun aber kömmt eine Lücke, denn		
es fehlt ein Planet in dem Abstande	4 + 24 =	28
♃	4 + 48 =	52
♄	4 + 96 =	100

Hiernach habe ich die 96ste Figur entworfen, welche die Sonne in S und diese Entfernungen der Planeten in gehörigem Verhältnisse vorstellt; in R sollte alsdann der unbekannte Planet zwischen ♂ und ♃ sich aufhalten und so werden die Entfernungen der Planeten von der Sonne an stufenweise zunehmen. Ist nun wirklich in R noch ein Planet, so kann vielleicht bey seiner sonst ansehnlichen Größe, daß er wenig Licht aus seiner weitern Entfernung als Mars von seiner Oberfläche zurückwirft, ihn unsern Augen zu entziehen die einzige Ursache seyn.

§. 456. Auch hat es das Ansehn, daß wir noch nicht alle Monde der uns bekannten Planeten kennen. Was verschiedene berühmte Astronomen von einer

Mondenähnlichen Erscheinung bey der Venus, wie wol nur selten und während einer kurzen Zeit durch Fernröhre gesehen haben ist schon §. 415 erzählt, und so sonderbar diese auch immer seyn mag, so verdient selbige doch Aufmerksamkeit und weitere Beobachtungen. Die Erde hat einen Mond und Jupiter auf einmal 4 derselben; sollte daher Mars ohne alle Begleitung seyn, da er derselben noch mehr wie die Erde zu bedürfen scheint. Zwischen den 4ten und 5ten Saturnsmond ist auch Platz zu einen bis dahin unbekannten, wenn nicht gar noch außerhalb dem 5ten einer anzutreffen ist. Dergleichen Entdeckungen sind verhoffentlich noch den künftigen Zeiten vorbehalten.

Allgemeine Vorstellung wie die Entfernung des Mondes, der Sonne und Planeten von der Erde gefunden wird.

§. 457.

Die Berechnung der Entfernung der himmlischen Körper setzt eine genaue Kenntniß ihrer Parallaxe voraus, (§. 231.) und bey deren Ermangelung konnte das was die alten Astronomen hierüber herausbrachten nicht anders als sehr unvollkommen seyn. Dies zeigte sich selbst bey den der Erde am nächsten stehenden Himmelskörper dem Monde. Größtentheils setzten sie selbigen in einer viel geringern Weite als die Neuern richtiger gefunden weil sie deßen Parallaxe, wenn sie noch eine zum Grunde legten für größer als wirklich statt findet annahmen.

Pythagoras welcher 600 Jahr vor Christo lebte, sagte der Mond sey 126000 Stadien oder nach einiger Rechnung kaum 3150 Meilen von uns. Hypparchus fand wie wol nach einer unsichern Methode diese Weite zwischen 62 und 71 Erdhalbmesser, und größer als neuere Beobachtungen geben, welche zwischen 56 und 64 herausbringen, daher mußte Hypparchus schon beßer wie vor seinen Zeiten von der Parallaxe unterrichtet seyn. Poßidonius findet 2 Millionen Stadien für die Weite des Mondes welches zufälliger weise der Wahrheit ziemlich nahe kommt. Ptolemeus brachte die horizontale Parallaxe des Mondes zwischen den Gränzen 54′ und 1° 41′ eingeschloßen, und daher die größte und kleinste Weite deßelben 64 und 34 Halbmeßer der Erde heraus. Copernicus, Tycho und Kepler stellten ähnliche Untersuchungen darüber an. Endlich haben nachher die neuern Astronomen viele Bemühungen angewandt die Parallaxe des Mondes durch wirkliche Beobachtungen immer genauer zu bestimmen.

§. 458. Nach Mayers Tafeln ist die größte mögliche horizontale Parallaxe des Mondes 61′ 32″ und die kleinste 54′ 2″. Innerhalb dieser Gränzen fällt demnach die Größe des Winkels a in dem parallactischen Dreyeck naT Fig. 56. Der Halbmeßer der Erde aT welcher wie aus §. 264 sich ergiebt $859\frac{1}{2}$ geographische Meilen jede zu 3807 französische Klafter austrägt, werde als überall gleich groß angenommen, so läßt sich aus einer jeden beobachteten horizontalen Parallaxe des Mondes die Ent-

Entfernung desselben vom Mittelpunct der Erde, oder die Linie T a nach den in §. 231 vorkommenden Formeln leicht berechnen. Und eben dazu dient in dem Dreyeck n T b die in einer gewißen Höhe des Mondes über dem Horizont entweder beobachtete oder aus der horizontalen berechnete Parallaxe n b T, wie in §. 230 gezeigt worden. Es sey demnach:

die horiz. Parallaxe des Mondes od. a =		so i. d. Entfer. des Mondes v. der Erde h (F. V) = $\frac{k}{a}$
	61′32″	48021 geogr. Meil.
	59 2	50055 = = =
	56 32	52268 = = =
	54 2	54686 = = =

Hieraus erhellet daß 2′30″ oder 150″ Unterschied in der horizontalen Parallaxe des Mondes den Abstand deßelben von uns um etwa 2200 Meilen größer oder kleiner herausbringen und daß folglich einer jeden Secunde ohngefehr 14 Meilen zukomme. Da wir nun die Parallaxe des Mondes bis auf 2″ genau kennen, so ergiebt sich daß nur noch eine Ungewißheit von kaum 30 Meilen bey der Bestimmung des Abstandes des Mondes von 50000 Meilen zurückbleibt.

§. 459. Hiebey ist der Halbmeßer der Erde überall als gleich groß gesetzt. Wegen der Applattung der Erde um die Pole und Erhöhung unterm Aequator aber wird bey einer gleich groß beobachteten horizontalen Parallaxe unterm Pol und Aequator der Mond nicht gleich weit von der Erde stehen, weil derselben im erstern Stande ein kleinerer Erdhalbmeßer als im letztern zukömmt. (S. Fig. 59.) Gesetzt der Mond habe zu einer und der andern Zeit un-

unterm Aequator und den Polen im Horizont eine Parallaxe von 58′ so wird, da nach §. 263. der Halbmeßer der Erde unterm Aequator auf 3281126 und untern Polen auf 3262744 französische Klafter oder jener von 861,8 und dieser von 857,0 geographische Meilen gefunden worden, der Abstand des Mondes im erstern Fall 51083 und im letztern 50798 solcher Meilen seyn, so daß folglich der Unterschied an 300 Meilen beträgt. Hieraus ergiebt sich die Nothwendigkeit bey der unter einer gewißen Breite oder Entfernung vom Aequator gefundenen horizontalen Mondparallaxe die Größe des ihr zugehörigen Erdhalbmeßers genau zu kennen, wenn daraus der Abstand des Mondes gefunden werden soll, worüber auch bereits Tabellen berechnet sind. Andere dienen noch zu gleicher Absicht, indem sie die Zunahme der horizontalen Parallaxe in gleichen Abständen von der Erde, wenn man vom Pol zum Aequator geht, bemerken. Dieser Unterschied der Größe des Erdhalbmeßers kommt aber nur bey Berechnung der Entfernung des Mondes, wegen deßen größten Nähe bey uns noch in Betrachtung und fällt bey der Sonne und den Planeten gänzlich weg, wobey er durchaus zu $859\frac{1}{2}$ Meilen gerechnet werden kann.

§. 460. Es laßen sich verschiedene Methoden erdenken nach welchen die Höhenparallaxe des Mondes beobachtet werden kann. Fände man z. B. aus astronomischen Tafeln daß der Mond einen Fixstern genau central bedeckt aus dem Mittelpunct der Erde gesehen wenn er durch den Meridian des Orts der

Beobachtung geht, und man suchte in selbigem Augenblick wie weit der Mittelpunct des Mondes unter diesen Stern im Meridian erschiene, so würde sich die Parallaxe des Mondes in der zu meßenden Höhe ergeben weil der Fixstern keine Parallaxe hat, woraus sich die horizontale Parallaxe nach §. 230. berechnen ließe, dieser Fall möchte aber wol selten sich eräugnen. Es könnte auch schon der bemerkte Unterschied der mittägigen Höhe des Mondes und eines Fixsterns verglichen mit dem was die Tafeln hierüber für eben die Zeit nach der wahren Abweichung des einen und des andern geben, auf die Höhenparallaxe des Mondes führen. Bey diesen Methoden müßte man sich aber gänzlich auf die Richtigkeit der Tafeln verlaßen können, worauf unterdeßen nicht durchaus zu rechnen ist. Beßer ist es demnach die Größe der Parallaxe unmittelbar aus Beobachtungen zu suchen, und die 97ste Figur stellt die genaueste Verfahrungsart vor, nach welcher zwey Beobachter in einer weiten Entfernung zugleich unter einen und demselben Meridian die scheinbare Höhe des Himmelskörpers als hier z. B. des Mondes über den Horizont oder deßen scheinbaren Abstand vom Zenith meßen.

§. 461. Es sey in Fig. 97. NeSa der Umfang der Erde in einem Mittagskreise und ae ihr Aequator. Der Mond stehe in L in der Fläche des Meridians am Himmel AB. Der leichteste Fall wäre nun wenn ein Beobachter denselben in r im scheinbaren Horizont ru und ein anderer in d zu gleicher Zeit im Zenith o sähe, denn da wird das was

vom

vom Bogen r d oder dem Unterschied der Breite beyder Oerter noch an 90° fehlt der horizontalen Parallaxe in r gleich seyn, weil, wenn man T t mit r L parallel zieht der Winkel r L T dem Winkel d T t oder Bogen d t gleich ist; r t hält 90° und r d ist = r t — d t. Allein es ist fast unmöglich, daß uns die Lage beyder Oerter einen so leichten Fall darbieten könne. Es sey demnach in E ein Beobachter nordwärts vom Aequator, deßen Zenith nach Z hinaus und ein anderer südwärts in F deßen Zenith nach V geht. Ersterer findet die scheinbare Weite des Mondes L vom Zenith = dem Winkel Z E L und letzterer V F L. Die Parallaxe in dieser Weite ist für E der Winkel E L T = m L o; und für F der Winkel F L T = n L o. Beyde Parallaxen sind dem Winkel E L F gleich und dieser bleibt übrig wenn man von der Summe der scheinbaren Weite des Mondes vom Zenith in E und F oder Z E L + V F L den Bogen E F oder den Unterschied der Breiten beyder Oerter abzieht, wie sich leicht zeigen läßt. Denn wenn der Himmelskörper eine unendliche Entfernung von der Erde oder keine Parallaxe hat, und von T nach o folglich von E und F nach D und G hinaus gesehen wird, so würde Z E D + V F G den am Mittelpunct der Erde sich ergebenden Winkel E T F oder den Bogen E F gleich seyn; nun aber ist Z E L um D E L = der Parallaxe E L T und V F L um G F L = der Parallaxe F L T grösser als Z E D und V F G und daher die Summe beyder Parallaxen E L F oder n L m dem Unterschiede zwischen der Summe des Abstandes

des

des Mondes vom Zenith in E und F und der Entfernung beyder Oerter im Meridian EF gleich.

§. 462. Da in §. 230 gezeigt worden, daß die Parallaxe in einer jeden Höhe über den Horizont gefunden wird, wenn man die horizontale Parallaxe mit dem Sinus des Abstandes vom Zenith oder Cosinus der Höhe multiplicirt, so ist für den Ort E die Höhenparallaxe ELT = der horizontalen ⋈ Sin. ZEL und eben so für F FLT = der horizontalen ⋈ Sin. VFL daher ihre Summe ELF = der horizontalen multiplicirt mit der Summe der beyden Sinuße jener Abstände. Oder diese Regel umgekehrt, wie hier der Fall ihrer Anwendung ist: Die horizontale Parallaxe des Mondes in L wird gefunden wenn man den berechneten Winkel ELF als die Summe der Höhenparallaxe in E und F durch die Summe der Sinußen beyder beobachteten scheinbaren Entfernungen vom Zenith dividirt. Uebrigens ist noch zu merken, daß hiebey der Unterschied der Breite beyder Oerter EF als genau bekannt zum Grunde gelegt worden. Es können aber auch beyde Beobachter zur Kenntniß des Winkels ELF gelangen, ohne diesen Unterschied oder ihre Entfernung von einander dabey zu gebrauchen, wenn sie den Abstand des Mondes von einen zugleich mit demselben culminirenden Fixstern auszumeßen Gelegenheit haben. Gesetzt die Parallellinien ED, FG gehen nach diesen Fixstern, so wird aus E betrachtet der Mond um den Winkel DEL unter dem Fixstern nach Süden und aus F um GFL unter demselben nach Norden im Meridian erscheinen.

Es

Es ist aber DEL + GFL = ELF und wenn alsdenn noch die scheinbare Weite des Mondes von den Scheitelpuncten Z und V bekannt ist, so findet sich nach obiger Regel die horizontale Parallaxe. Hiebey ist aber noch wegen der abgeplatteten Gestalt der Erdkugel Rechnung zu tragen, wenn vom Monde die Rede ist; denn alle zum Zenith gehende Verticallinien stehen eigentlich nur senkrecht auf die Erdoberfläche und die durch diese Puncte der Erdoberfläche zum Mittelpunct gehende Halbmeßer der Erde neigen sich mit jenen unter gewißen Winkeln, so daß diese Winkel und die jedesmalige Größe der Halbmeßer bekannt seyn müßen, ehe obige Regel gebraucht wird.

§. 463. Wenn die Alten über den Abstand des Mondes von uns wenig zuverläßiges zu bestimmen im Stande waren, so kann man dies noch weit mehr in Absicht der vielmal entferntern Sonne erwarten. Wenigstens hatten sie davon vor den Hypparchus keine Vorstellung. Pythagoras setzte die Sonne nur dreymal weiter als den Mond. Posidonius soll ihre Weite auf 13141 Halbmeßer der Erde gesetzt haben, welches der Wahrheit ziemlich nahe kommt, wenn man nicht diese Angabe einer blos von ohngefehr geglückten Muthmaßung zuschreiben darf, oder auch die Meinung dieses Astronomen unrecht erklärt. Plinius glaubte die Sonne sey 12mal weiter als der Mond von uns, weil ihr Umlauf am Himmel 12mal so lange dauert. Aristarchus welcher 260 Jahr vor Christo lebte, bewies endlich, daß die Parallaxe der Sonne nicht

über

über 3 Min. gehen könne, und daher ihre Entfernung mehr als 1146 Halbmeßer der Erde austragen müße. Er sahe wohl ein daß der Erdhalbmeßer zur Erfindung der Sonnenweite zu klein sey und legte daher in diesem parallactischen Dreyeck eine viel größere Seite, nemlich den als bekannt angenommenen Abstand des Mondes von der Erde zum Grunde. Seine Methode ist sinnreich und setzt blos eine genaue Beobachtung der Entfernung des Mondes von der Sonne im Bogen am Himmel zu der Zeit da er gerade halb erleuchtet erscheint, voraus, welches die 98ste Figur deutlich macht.

§. 464. Es sey in T die Erde, in S die Sonne; LMV die Bahn des Mondes. Wenn nun der Mond kurz vor dem ersten Viertel, oder den 90sten Grad seiner Entfernung von der Sonne, der in M liegt, in dem Punct L steht, so machen Linien aus der Erde und Sonne nach ihm an seinem Mittelpunct einen rechten Winkel TLS, demnach erscheint er uns alsdann schon wirklich halb erleuchtet, oder die Licht und Schatten begränzte Linie ist vollkommen gerade und geht genau mitten durch den Mond. Wird alsdann der Winkel LTS oder die Entfernung des Mondes von der Sonne an der scheinbaren Himmelskugel beobachtet und seine Weite von uns als bekannt angenommen, so ist in dem Dreyeck TLS die Seite TL und beyde Winkel L und T bekannt, woraus sich die zu suchende Weite der Sonne TS finden läßt, denn es ist:

$$TS = \frac{TL}{\text{Cos. } LTS}$$ oder gleiche Buchstaben wie oben

§. 34.

§. 34. gesetzt $h = \frac{k}{Cos. b.}$ Unterdeßen wird diese Verfahrungsart dadurch ziemlich unsicher, weil man nicht sehr genau den Augenblick finden kann da der Mond gerade halb erleuchtet erscheint, indem sich deßen Lichtfigur in einen kleinen Zeitraum wenig verändert. Der Winkel LTS wird auch dem rechten MTS sehr nahe kommen, weil die Sonne über 400mal weiter von uns ist als der Mond. Ricciolus versichert unter andern, daß er aus vielen Beobachtungen den Winkel LTS 89° 30′ gefunden wenn der Mond ihm genau halb erleuchtet schien, demnach wäre der Winkel LST = 30′ und wenn TL = 60 Erdhalbmeßern gesetzt wird, die horizontale Parallaxe der Sonne etwa 30 Sec. Vor ihm fand ein anderer LST nur von 15′ woraus sich folgern läßt, daß nach dieser Methode die Parallaxe der Sonne nur beyläufig geschätzt werden könne.

§. 465. Ptolemeus wendete eine von Hyparchus erfundene Methode welche sich auf Beobachtung der Mondfinsterniße gründete an, um die Weite der Sonne zu finden: Es sey in Fig. 99 DC der Durchmeßer der Sonne; NM der Erde; NEM der Schattenkegel der Erde; LP die Breite des Schattens in der Gegend wo der Mond bey seinen Verfinsterungen durch demselben hingeht, welche Ptolemeus aus Beobachtungen auf 1° $21\frac{1}{2}$′ gefunden. Er setzt ferner den Durchmeßer der Sonne = $31\frac{1}{3}$ Minuten und eben so des Mondes in seiner Erd-

Erdferne; endlich den Abstand des Mondes von uns $64\frac{1}{7}$ Erdhalbmeßer, woraus er vermittelst der ebenen Trigonometrie den Abstand der Sonne berechnete. Wenn in der Figur die Linien DNE, CME, LA, NB und AD gezogen worden sind, so ist in dem bey G rechtwinklichten Dreyeck ALG GAL $= 40' 45''$; AG $64\frac{1}{2}$ oder $\frac{387}{60}°$ von AN; hiernach wird (zu folge §. 34.) GL = AG $\times$ Tang. LAG = 45, 64; zieht man alsdann LK mit GA parallel, so ist AK = GL und diese von AN = 60 subtrahirt läßt für KN 14, 36 übrig. In dem bey K rechtwinklichten Dreyeck LKN ist KN und LK bekannt, folglich um NLK zu finden setze man: $\text{Tang. NLK} = \frac{KN}{KL} = 12' 49'' = \text{AEN}.$

Nun ist in dem Dreyeck DAE der äußere Winkel DAB = den beyden innern ADE + AED = 15′ 40″ = dem Halbmeßer der Sonne BD. Eben so ist in dem Dreyeck BNE der Winkel DNB = NEB + NBE, DNB aber kann DAB = 15′ 40″ gleich gesetzt werden, weil AN gegen AB nur geringe ist; wird also davon NEB = 12′ 49″ abgezogen, so bleibt NBA = 2′ 51″ übrig, welches die horizontale Parallaxe der Sonne nach dem Ptolemeus wäre. In dem Dreyeck NAE ist ferner

$$AE = \frac{AN}{\text{Tang. AEN}} = 268, 23 \text{ Erdhalbmeßer.}$$

Wird alsdann aus dem Verhältniße der Winkel NBA und NEA oder der Parallaxe und der Seite AE die Seite AB gesucht, nemlich 2′ 51″ : 12′ 49″ = 268,

= 268, 23 zur 4ten Proportionalzahl so findet sich die Weite der Sonne AB hiernach von 1206, 1 Erdhalbmeßer, welche aber die neuern Astronomen nach sicherern Berechnungen fast 20mal größer herausbringen, und daher übergehe ich andere Resultate einiger der ältern Astronomen.

§. 466. Da diese und andere Methoden der Alten demnach sehr unzuverläßig sind den Abstand der Sonne zu finden, so suchten die Astronomen bey aller Gelegenheit Mittel hervor um zu der in der ganzen Astronomie höchst wichtigen Kenntniß einer genauen Sonnenparallaxe zu gelangen. Sie fanden bald daß diese immer geringer ausfiel je richtiger das Verfahren bey der Untersuchung derselben war, das ihre Gränzen innerhalb einigen Secunden fallen müßen, und folglich sehr genaue und mit den besten Instrumenten angestellte Beobachtungen voraussetze. Unterdeßen verlohnte es sich sehr der Mühe hierauf allen Fleiß zu verwenden; denn wenn man die Entfernung der Erde von der Sonne aus einer richtigen Parallaxe der letztern bey uns kennt, so läßt sich blos hiernach die Entfernung aller übrigen Planeten von der Sonne und damit die Größe unserer Sonnenwelt so weit wir dieselbe kennen finden. Der Grund hievon ist ein Verhältniß, welches sich zwischen den uns bereits genau bekannten periodischen Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne und ihren Abständen von derselben findet und von Kepler zuerst entdeckt worden ist; nemlich: daß die Quadratzahlen der erstern sich wie die Cubikzahlen

zahlen der letztern gegen einander verhalten, wovon in der Folge die Beweise vorkommen.

§. 467. Die Sonnenparallaxe unmittelbar aus gleichzeitigen Beobachtungen des scheinbaren Abstandes der Sonne vom Zenith an zwey unter einem Meridian weit von einander liegenden Oertern zu suchen, wie §. 461 und 462 nach Fig. 97 gelehrt wird, war bey ihrer geringen Größe nicht rathsam; allein bey den Planeten die uns zuweilen näher als die Sonne kommen und alsdann eine größere Parallaxe wie sie haben ließ sich unter andern jene Methode gebrauchen und dann von der gefundenen Parallaxe des Planeten aus deßen und der Erde verhältnismäßigen Entfernung von der Sonne die Parallaxe der letztern folgern. **Mars** in seinem Gegenschein; **Merkur** und **Venus** in ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne boten hierzu Gelegenheit dar. **Caßini** zu Paris und **Richer** zu Cayenne stellten im Jahr 1672 dergleichen Beobachtungen über die Parallaxe des Mars aus den scheinbaren Unterschied seiner Abweichung von den Stern ψ ♒ an, und fanden dieselbe von $25\frac{1}{2}''$, woraus folgte daß die Sonnenparallaxe nicht über 10 Sec. seyn könne. **Flamstead** brachte gleichfalls aus nemlichen Wahrnehmungen eine Parallaxe der Sonne von etwa 10 Sec. heraus, und eben so **Maraldi** aus seinen Beobachtungen des Mars vom Jahr 1704. **Pound** und **Bradley** bestimmten aus ähnlichen Bemerkungen im Jahr 1719 die Gränzen der Sonnenparallaxe zwischen 9 und 12 Sec. **De la Caille** beobachtete den 6 October 1751 am Vor-

ge-

gebürge der guten Hoffnung den Abstand des culminirenden Mars vom Zenith 25° 2′, als zugleich deßen nordlicher Rand 26″, 7 Nordlicher war als der Stern λ im Waßermann; zu gleicher Zeit fand ihn Wargentin in Stockholm 68° 14′ vom Zenith und den nordl. Rand 6″ 6, südlicher als λ, woraus sich nach §. 462. die horizontale Parallaxe des Mars von 24 Sec. findet. De la Caille verglich noch viele an andern Orten damals angestellte Beobachtungen und berechnete für den 14 Sept. die Marsparallaxe 26″, 8; die Entfernung des Mars von der Erde und Sonne verhielt sich zu der Zeit wie 3841 zu 10047, wodurch sich die horizontale Sonnenparallaxe abermals zu $10\frac{1}{4}$ Sec. ergab.

§. 468. Venus kommt uns in ihrer untern ☌ noch um ein ansehnliches näher als Mars in ☍ auch bey den vortheilhaftesten Umständen, (nemlich wenn er alsdann zugleich in seiner Sonnennähe ist) und ihre Parallaxe muß daher noch größer als die Parallaxe des letztern seyn. Allein es finden sich Schwierigkeiten die Venus in ihrer untern ☌ wegen ihres nahen Standes bey der Sonne bey Tage zu beobachten und dies muß, wenn es bey einer großen Breite der Venus noch möglich ist, durch große Fernröhre geschehen, wobey sich ohne der Genauigkeit etwas zu vergeben die ausgedachten Methoden zur Erfindung der Parallaxe nicht gut anbringen laßen. Wählt man hiezu eine Zeit da Venus kurz vor und nach ihrer ☌ weiter von der Sonne steht, so werden zwar einige dieser Hinderniße gehoben, allein man verliert den Vortheil in der größten Erd-

nähe des Planeten die größte mögliche Parallaxe zu beobachten, weil er alsdann weiter von der Erde entfernt ist. Maraldi verglich unterdeßen in dieser Lage die Venus mit der Sonne und fand den Unterschied beyder Parallaxen 33″. Bianchini folgerte aus vielen mit Fleiß angestellten Venusbeobachtungen die Sonnenparallaxe 14 Sec. welche aber unstreitig zu groß ist. De la Caille hatte auch Ao. 1751 Gelegenheit als Venus in der untern ☌ kam, seine am Vorgebürge der guten Hoffnung gemachten Wahrnehmungen mit Europäischen zu vergleichen, und er glaubte hiernach die horizontale Sonnenparallaxe auf $10\frac{1}{4}$ Secunden festsetzen zu können.

§. 469. So weit waren die Astronomen über die wichtige Untersuchung der Sonnenparallaxe gekommen, als bey der in den Jahren 1761 und 1769 im Monat Junius zu erwartenden seltenen Himmelsbegebenheit, nemlich die Venus in ihrer untern ☌ wegen ihrer zu der Zeit nahen Nachbarschaft beym ☊ und folglich geringen Breite vor der Sonnenscheibe vorüber gehen zu sehen, diese Parallaxe mit der größten möglichen Genauigkeit zu finden, im voraus die gegründeteste Hoffnung war. welches Halley zuerst ankündigte und dadurch die Aufmerksamkeit aller Sternkundigen auf diese Durchgänge erregte. Es lies sich nicht allein alsdann die Venus unmittelbar mit der Sonne unter einerley und verschiedenen Meridianen an weit entlegenen Oertern vergleichen, sondern man fand noch bequemere Wege bey dieser Himmelsbegebenheit,

ver=

vermittelst welcher man auch bey Voraussetzung der bey aller Vorsichtigkeit unvermeidlichen Fehler im Beobachten, dennoch die Parallaxe der Sonne mit einer großen Genauigkeit finden mußte. Die Vortheile welche die Sternkunde von diesen nunmehro geschehenen merkwürdigen Durchgängen der Venus sich versprach sind im Ganzen der Erwartung gemäß ausgefallen. Man weiß nun aus denselben durch häufige Beobachtungen und Berechnungen so viel, daß die Gränzen der horizontalen Sonnenparallaxe zwischen $8\frac{1}{2}$ und 9 Sec. liegen. Die 100ste Fig. macht die Methode auf welcher sich dieses gründet nach den allgemeinsten Umständen vorstellig.

§. 470. Es sey in C der Mittelpunct der Erde; in S die Sonne; Fe ein Theil der Venusbahn, die sich nach der Richtung Fe oder von Morgen gegen Abend zur Zeit ihrer untern ☌ zwischen Erde und Sonne hindurch bewegt und von der Fläche der Ecliptik um weniger als den Halbmeßer der Sonne entfernt ist, so daß sie von C aus betrachtet über die Sonnenscheibe in der Sehne KL mit einer Geschwindigkeit die dem Unterschiede ihrer und der Erde Bewegung gleich ist, zu gehen scheint. Venus wird demnach, wenn sie in G steht vom Mittelpunct der Erde C gesehen in die Sonne bey K und wenn sie in g kömmt, wieder aus derselben bey L zu treten scheinen, so daß sie in V auf der Mitte ihres Weges ist. Die Dauer ihres Durchganges ist also hier die Zeit welche sie bey der vorigen relativen Geschwindigkeit anwendet den Bogen

Gg zurück zu legen. Nun dreht sich die Erdkugel nach der Richtung abcd um ihre Axe, ac und bd sind zwey Meridiane welche da wo sie sich durchschneiden den aus der Sonne im Jun. gesehenen sichtbaren Nordpol der Erde bezeichnen. Für einen Beobachter in a tritt Venus erst wenn sie in F steht bey K in die Sonne und wenn dieser bis in b durch die Umwälzung der Erde mit einer dem Lauf der Venus entgegenstehenden Richtung fortgeführt wird, schon in f bey L wieder aus derselben. Die Dauer des Durchganges ist also für ihm nur die Zeit innerhalb welcher Venus sich durch Ff relativ bewegt und demnach kürzer als aus dem Mittelpunct der Erde gesehen. Denn in G wird Venus von a aus nach h und in g von b aus nach r also weit außerhalb der Sonne gesehen. Ein anderer Ort liege nun an der gegenüberstehenden Seite des Pols, so nahe an demselben, daß die Sonne bey ihm nur einige Stunden untergeht (weil der Durchgang im Junius vorfällt) und er vor ihren Untergang die Venus ein; nach ihren Aufgang aber dieselbe austreten sehen könne. N sey dieser Ort welcher während der Erscheinung von N nach n und also mit Venus gemeinschaftlich nach einer Gegend fortgeführt wird, so zeigt die Figur daß an demselben der Durchgang länger dauert als aus dem Mittelpunct der Erde gesehen. Steht nemlich Venus in E so scheint sie schon in K vor der Sonnenscheibe und erst in e wieder aus derselben zu treten. Ee ist demnach in Zeit verwandelt die Dauer des Vorüberganges an einem dergleichen Orte.

§. 471.

§. 471. Aus dem Unterschiede der Dauer der Erscheinung in a und N, oder auch nur des Ein- und Austritts, verglichen mit dem was die astronomischen Tafeln, oder wenn man sich nicht gänzlich auf dieselben verlassen darf, wirklich berechnete Beobachtungen für den Mittelpunct der Erde geben, läßt sich der gesuchte Unterschied der horizontalen Parallaxe der Sonne und Venus finden, da dieser eine Wirkung des auf der Erdoberfläche früher oder später geschehenen Ein- und Austritts oder der längern und kürzern Dauer des Durchganges als aus dem Mittelpunct derselben ist. Aus dem bekannten Verhältniß zwischen dem Abstande der Venus und Erde von der Sonne wird alsdenn die horizontale Parallaxe der Sonne oder der Venus besonders berechnet. Bey diesen Untersuchungen legt man zuerst eine für jenen Unterschied der Parallaxen angenommene Größe zum Grunde, und berechnet darnach aus den Beobachtungen des einen und andern Ortes die Dauer des Durchganges für den Mittelpunct der Erde. Findet man diese Dauer aus den Wahrnehmungen an beyden Orten gleich groß, so ist der angenommene Unterschied der Parallaxe richtig, wo nicht, so läßt er sich so lange abändern bis er mit den Beobachtungen und der Rechnung zutrift. Ohngefehr hierauf gründete sich Halleys Entdeckung, daß die Sonnenparallaxe aus der verschiedenen Dauer des Durchganges der Venus sehr genau zu finden sey. Bey den Durchgang am 3ten Jun. 1769. betrug der Unterschied in der Dauer an den vortheilhaftesten Beobach-

 tungs-

tungsörtern 23½ Min. Zeit. Hiernach würden, wenn die Sonnenparallaxe 9 Secunden wäre, auf eine Secunde derselben 156 Zeitsecunden gehen und ihre Größe bis auf den 60sten Theil einer Secunde genau zu finden seyn, wenn man 3 Secunden Fehler im Beobachten zuließe, zu welcher Genauigkeit keine andere Methode die Sonnenparallaxe zu finden, verhilft.

§. 472. De la Lande hat nun unter andern Beobachtungen des letztern Durchganges an verschiedenen Orten mit einander verglichen, und daraus die mittlere horizontale Sonnenparallaxe folgendermaassen berechnet:

Beobachtungen zu St. Joseph auf Californien und Wardhus im äußersten Norwegen gaben	—	8″, 80
— — zu Cajaneburg in Schweden und St. Joseph	—	8 , 36
— — zu St. Joseph und Fort de Galles an der Hudsonsbay		8 , 54
— — zu Wardhus und Fort de Galles	— —	9 , 07

Das Mittel aus diesen 4 Bestimmungen giebt 8″, 69 wie wol noch verschiedene fehlen. Nimmt man das Mittel aus dem was die vollständigsten und genauesten Berechnungen verschiedener Astronomen hierüber geben, so kommen nach de la Lande 8″, 59 wofür gerade hin 8″, 50 als die der Wahrheit gewiß nahe kommende mittlere horizontale Parallaxe der Sonne beyzubehalten ist.

§. 313.

§. 473. Aus dieser gefundenen Parallaxe läßt sich nun die wirkliche Entfernung der Sonne von der Erde nach §. 231. leicht finden. Denn man darf nur den Halbmesser der Erde = 1 durch den Sinus der Parallaxe dividiren, um die Sonnenweite in Erdhalbmessern zu haben. Obige horizontale Parallaxe von 8″, 50 gilt aber nur für den mittlern Abstand der Erde von der Sonne, welcher im Anfang des Aprils und Octobers statt hat. Hingegen im Anfang Januar ist die Erde in ihrem Perihelio, und im Anfang Julii im Aphelio, und daher kann, wegen der Eccentricität der Erdbahn (§. 380.) die horizontale Sonnenparallaxe von 8″, 36 bis 8″, 65 gehen. Folgende Tafel enthält den Abstand der Erde von der Sonne in diesen vier Hauptpuncten ihrer Bahn, und zeigt zugleich, wie sehr es bey Bestimmung der Sonnenparallaxe auf geringe Theile einer Secunde ankomme, um diesen großen Abstand mit einiger Genauigkeit zu erhalten.

	Horiz. ⊙ Parallaxe.	Abstand in Erdhalbmessern.	In deutschen Meilen, der Halbmesser = 859½ Meil.
Am 1sten Januar.	8″, 65	23850	20499000
— 1sten April und October	8 , 50	24260	20851500
— 1sten Julii	8 , 36	24670	21204000

Anmerk. Die letztern Zahlen in der 3. und 4ten Columne dieser Tafel sind, wie es dergleichen Rechnungen erfordern, nur beyläufig angesetzt.

§. 474. Da nach der Tafel §. 381 die verhältnißmäßige Entfernung aller Planeten von der Sonne bekannt ist; so läßt sich aus der vorigen Tafel der wahre mittlere Abstand derselben in Erdhalbmessern finden, da man nun weiß, daß 1000 Theile als den angenommenen mittlern Abstand der Erde 24260 ihrer Halbmesser zukommen. Demnach wird z. B. für ♂ gesetzt, wie sich 1000:1524 verhalten, so 24260 zum mittlern Abstand dieses Planeten welches folgende Tafel enthält. Diese zeigt auch noch die Bewegung der Planeten in einer Secunde, welche sich aus den bekannten Abstand von der Sonne als den Halbmesser ihrer Bahn und der Umlaufszeit berechnen läßt.

Mittlerer Abstand der Planeten von der Sonne in Erdhalbmessern, und Bewegung derselben in einer Secunde.

Merkur	9388	Halbm.	6,7	deutsche	Meilen
Venus	17540	—	4,9	—	—
Erde	24260	—	4,1	—	—
Mars	36972	—	3,4	—	—
Jupiter	126176	—	1,9	—	—
Saturn	231440	—	1,3	—	—

Eben so ließe sich nach §. 381 der größte und kleinste Abstand der Planeten finden. Als z. B. für ♂ würde die vierte Proportionalzahl des Satzes 1017 : 24670 = 1665: . . . die Größte und 983 : 23850 = 1382: . . . die Kleinste Weite desselben von der Sonne geben.

§. 475. Wenn die mittlern Entfernungen der Erde und übrigen Planeten von der Sonne zum Grunde

Grunde gelegt werden, so zeigt die folgende Tafel den größten und kleinsten Abstand der Planeten von der Erde in Erdhalbmessern:

	Größter Abstand	Kleinster Abstand
Merkur	33648	14872
Venus	41800	6720
Mars	61232	12712
Jupiter	150436	101916
Saturn	255700	207180

Die beyden untern Planeten ☿ und ♀ sind nemlich in ihrer obern ☌ mit der Sonne um den Halbmesser ihrer Bahnen weiter und in ihrer untern ☌ um eben so viel näher als die Sonne bey uns. Demnach geben z. B. für Venus

$24260 + 17540 = 41800$ Erdhalbm. die größte und $24260 - 17540 = 6720$ „ die kleinste Weite derselben von uns.

Die drey obern Planeten ♂ ♃ und ♄ sind in ihrer ☌ mit der Sonne um den Halbmesser der Erdbahn weiter und in ihrer ☍ um eben so viel näher bey uns, daher geben z. B. für Mars

$36972 + 24260 = 61232$ Erdhalbm. die größte und $36972 - 24260 = 12712$ „ die kleinste Weite desselben von der Erde.

Wie die wahre Größe der Sonne, des Mondes und der Planeten gefunden wird.

§. 476.

Nach den Regeln der Sehekunst verhalten sich die wahren Durchmesser zweyer gleichweit entfern-ter

ter Kugeln gegen einander wie ihre in die Augen fallenden scheinbaren. In Fig. 101 sey CF eine große Entfernung, aus welcher die beyden Kugeln C und F gesehen werden, so wird die größere C aus F unter den Winkel AFB und die kleinere F aus C unter DCE erscheinen. Es verhält sich aber der erstere Winkel zum letztern wie AB zu DE und eben so stehen die halben Sehewinkel mit den wahren Halbmessern im Verhältniß. Ist aber der Abstand zweyer weit entfernter Kugeln ungleich wie in Fig. 102 wenn in D der Beobachter steht, so verhält sich der wahre Durchmesser der nähern F zur entferntern C wie das Product des Sehewinkels und der Entfernung von beyden gegen einander oder EDG $\times$ DF : ACB $\times$ CD. Nach trigonometrischen Gründen wird unterdessen auch, wenn der Abstand und halbe Sehewinkel einer Kugel als bekannt vorausgesetzt wird, der wahre Halbmesser derselben gefunden, wenn man den Abstand mit der Tangente des halben Sehewinkels multiplicirt (§. 34.) und nach Fig. 101. ist AC = FC $\times$ Tang. AFC und DF = FC $\times$ Tang. DCF.

§. 477. Nach der 101sten Fig. läßt sich nun deutlich zeigen, daß die bekannte horizontale Parallaxe und der scheinbare Durchmesser eines Himmelskörpers in einem gewissen Abstande von der Erde, auf das beständige Verhältniß des wahren Durchmessers der Erde und dieses Himmelskörpers führen. Denn es sey C der Mittelpunct der Erde und F des Mondes, so ist DCE der scheinbare Durchmesser des Mondes von der Erde aus gesehen

hen und AFB der scheinbare Durchmesser der Erde vom Monde aus gesehen. Dieser letzte Winkel ist der doppelten Horizontalparallaxe des Mondes bey uns oder AFC + BFC gleich, woraus also allgemein zu schließen ist, daß der scheinbare Durchmesser der Erde aus einem Himmelskörper gesehen, der doppelten Horizontalparallaxe desselben bey uns gleich sey, und daß der wahre Durchmesser der Erde sich zum wahren Durchmesser eines Himmelskörpers verhält wie dessen doppelte Horizontalparallaxe zum scheinbaren Durchmesser.

§. 478. Diese letztere Regel läßt sich gleich auf den Mond anwenden. Nach §. 419. ist die mittlere Horizontalparallaxe des Mondes in seinem Perigäo = 60′. 29″ und dessen scheinbarer Durchmesser alsdann 32′. 58″. Demnach giebt 2 × 60′. 29″ : 32′. 58″ oder 7258″ : 1978″. = 1 : 0, 27 das Verhältniß des wahren Erd- zum Monddurchmessers an. Eben so die horizontale Parallaxe der Sonne ist wie vorher gezeigt 8″, 5 in ihrem mittlern Abstande von der Erde gefunden, und ihr scheinbarer Durchmesser trägt alsdann (nach §. 385. Anmerk.) 31′. 57″, 5 aus, folglich verhält sich der Erddurchmesser zum Sonnendurchmesser wie 2 × 8″, 5 : 31′. 57″ 5 oder wie 170 : 19175. das ist wie 1 : 112, 79. Die mehresten der übrigen Planeten haben aber nur einen geringen scheinbaren Durchmesser und noch geringere Parallaxe, so daß sich aus diesen beyden Stücken schwerlich mit einiger Zuverläßigkeit das Verhältniß ihres wahren Durchmessers zum Erddurchmessers finden lassen würde.

Man hat daher statt der Parallaxe ihre verhältnißmäßigen Abstände von der Sonne nach §. 381 hiebey zum Grunde gelegt, und mit den in einen hiernach leicht zu berechneten Abstand von der Erde beobachteten scheinbaren Durchmesser verglichen. Der bekannte Abstand der Sonne und ihr scheinbarer Durchmesser steht alsdann mit den Abstand des Planeten und dessen scheinbaren Durchmesser in dem zu suchenden Verhältniß der wahren Durchmesser nach §. 476. oder zu mehrerer Erleichterung der Rechnung werden die in einem gewissen Abstande der Planeten von der Erde ausgemessene scheinbare Durchmesser, sämtlich auf ihre Größe, aus einer Entfernung die der mittlern Weite der Sonne gleich ist, betrachtet, reducirt, denn alsdann werden sich nach Figur 101 die scheinbaren Durchmesser gerade hin gegen einander wie die wahren verhalten. Da nun bereits oben §. 414, 416, 429, 432 und 442 der beobachtete scheinbare Durchmesser eines jeden Planeten in seiner größten möglichen Erdnähe, welche, die Erde durchaus in ihren mittlern Abstand von der Sonne gesetzt, bey den obern Planeten statt hat, wenn sie sich zugleich in ☍ und in ihren Perihelio und bey den untern in der untern ☌ und in ihren Aphelio befinden, angesetzt ist, welchen die folgende Tafel noch genauer enthält, so läßt sich hieraus nach §. 381. ihr scheinbarer Durchmesser, in der Entfernung der Erde von der Sonne gesehen, berechnen: Z. B.

Für

Für Venus ist Entf. ♁ von ☉ = 1000
♀ von ☉ = 728
dann wird gesetzt 1000 : 272 = 60″,7 : 16″,5
Für Mars ist Entf. ♂ von ☉ = 1382
— ♁ von ☉ = 1000
1000 : 382 = 29″,9 : 11″,4

§. 479. Diesemnach zeigt die folgende Tafel in der ersten Columne die Planeten und Sonne in der Ordnung ihrer aufsteigenden Größe; in der zweyten den größten möglichen scheinbaren Durchmesser derselben von der Erde aus gesehen; in der dritten den hiernach auf vorige Art berechneten in dem Abstande ☉ von ♁; in der vierten den wahren Durchmesser in deutschen Meilen, welcher herauskömmt wenn man nach obiger Anweisung setzt z. B. für Erde und Jupiter 17″, 0 : 3′ 13″, 7 = 1719 Meilen : 19586 Meilen u. s. f. Die fünfte vergleicht den Durchmesser der Erde mit den Durchmesser der Planeten, als z. B. für Jupiter $\frac{19586}{1719}$ = 11, 39. das ist 11, 39 Erddurchmesser tragen nur einen Jupitersdurchmesser aus. Endlich giebt die sechste Columne an, wie viel die Planeten im körperlichen Inhalt größer oder kleiner als die Erdkugel sind. Nach geometrischen Gründen verhalten sich die Größen zweyer Kugeln gegen einander wie die Cubi oder Würfel ihrer Durchmesser; nun verhalten sich die Durchmesser von Erde und Jupiter wie 1, 00 : 11, 39 oder wie 100 : 1139 von beyden Zahlen den Cubus genommen giebt 1000000 : 1477648619 oder wie 1 : 1478; demnach ist Jupiter 1478mal größer als die Erde.

Eben

Eben so in Ansehung ♁ und ♂

$$100^3 : 67^3 = 1{,}00 : 0{,}30$$

folglich ist ♂ $\frac{100}{30} = 3\frac{1}{3}$mal kleiner als die Erde.

	Scheinbarer Durchmesser in der größten Erdnähe.	Scheinbarer Durchmesser aus der Entf. ⊙ von der ♁ gesehen.	Wahrer Durchmesser in deutschen Meilē zu 3807 fr. Klaft.	Verhältniß gegen den Erddurchmesser.	Größe in Vergleichung gegen die Erde.
Mond	33′ 32″,0	4″,6	465	0,27	50 mal kleiner als die Erde.
Merkur	13 ,1	7 ,0	708	0,41	14 mal kleiner als die Erde.
Mars	29 ,9	11 ,4	1153	0,67	$3\frac{1}{3}$ mal kleiner als die Erde.
Venus	60 ,7	16 ,5	1668	0,97	$\frac{1}{10}$mal kleiner als die Erde.
Erde	180 Grad	17 ,0	1719	1,00	
Saturn	21 ,5	2′ 51 ,7	17362	10,10	1030mal größer als die Erde.
Jupiter	49 ,0	3 13 ,7	19586	11,39	1478mal größer als die Erde.
Ring des ♄	50 ,1	6 40 ,6	40508	23,57	
Sonne	32′ 30 ,0	31 57 ,5	193893	112,79	1435025mal größer als die Erde.

Die hier nach richtigen Gründen gefundene Größe der Sonne und Planetenkugeln, und ihre weiten Entfernungen von einander, leiten den Erdbewohner zu ganz andern als gemeinen Vorstellungen von dem Umfange und der Vortreflichkeit der Sonnenwelt, und damit zugleich zur ehrfurchtsvollen Bewunderung und Anbetung des großen Urhebers derselben.

Ende des ersten Theils.





Fig. 3

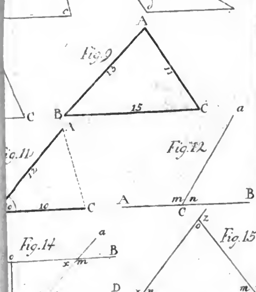
B D A S C I o

110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 360 350 340 330 320 310 300 290 280 270 260 250 240 230 220 120 130 140

5 b c

Fig. 6

a



Wolff sc.

